



Encuentro  
Latinoamericano

**iencia**

**2017**

# LIBRO DE ACTAS



<http://bella-t.redclara.net/>





**ACTAS  
ENCUENTRO  
LATINOAMERICANO DE  
e-CIENCIA 2017**

**Hotel Real Intercontinental, San José, Costa Rica.  
3 - 5 julio, 2017**

#### **Comité Científico**

Dr. Fabián Leotteau  
Presidente del Comité Científico, Colombia  
Dr. Lepolt Linkimer, Costa Rica  
Dr. Christopher Smith, Chile  
Dr. Vanderlei Perez Canhos, Brasil  
Dr. Luiz Messina, Brasil  
Dr. Nicolás Alejandro Vázquez Pazmiño, Ecuador

RedCLARA (<http://www.RedCLARA.net>)

Fecha en que se terminó la presente edición:  
10-08-2017  
ISBN: 978-956-9390-07-4

#### **Copyright de la presente edición:**



ACTAS  
ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE  
e-CIENCIA 2017  
San José, Costa Rica.  
3 - 5 de julio de 2017

Documento elaborado por RedCLARA,  
bajo Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported.

**ACTAS  
ENCUENTRO  
LATINOAMERICANO DE  
e-CIENCIA 2017**

**Hotel Real Intercontinental, San José, Costa Rica.  
3 - 5 julio, 2017**



## Índice

PRESENTACIÓN.....	9
SESIÓN BIODIVERSIDAD.....	13
Sistemas de informação como recurso para a conservação das abelhas no Brasil.....	15
El Atlas de la Biodiversidad de Costa Rica (CRBio).....	23
Darwin Core: Estándar para la Gestión de Datos Biológicos Primarios en la UTN.....	29
SESIÓN ARTE Y CULTURA.....	37
Espacios de creación audiovisual colaborativa en red.....	38
Para além de uma década de Arte em Rede pelo GPPOÉTICA: novas configurações artísticas, estéticas, metodológicas e tecnológicas.....	49
Red Interdisciplinaria de Arte <i>Tierra de Larry</i> .....	59
SESIÓN MEDIO AMBIENTE.....	67
Cuantificación de la Erosión Hídrica Mediante Fotogrametría con Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV).....	69
Proyecto RACIMO: desarrollo de una propuesta en torno a uso de las TIC, e-ciencia ciudadana, cambio climático y ciencia de datos.....	79
Desarrollo de materiales biodegradables a base de almidón: Valorización de residuos agroindustriales Lignocelulósicos.....	88
SESIÓN DE FÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS.....	94
HYPERLINK \l _Toc7659 Proyecto internacional LAGO.....	96
PADEX - Plataforma de Alto Desempenho EXpresso.....	100
Red Amigos del CERN en Latinoamérica y El Caribe CERN Friends in Latin American and The Caribbean Networking.....	110
SESIÓN DE ASTRONOMÍA.....	118
Caída de Asociaciones de Galaxias Enanas al Halo de la Vía Láctea.....	120
Detección de supernovas en tiempo real en grandes volúmenes de datos.....	132
La Red Ecuatoriana de Investigación en Astropartículas y Clima Espacial RedERACLI.....	136
SESIÓN e-SALUD.....	146
Plataforma virtual de sensibilización en discapacidades para instituciones públicas y privadas del Ecuador.....	148
Concurso de Telemedicina - Herramienta para fomentar el uso de la Telemedicina en el HCUCH.....	160



## **PRESENTACIÓN**



Del 3 al 5 de julio de 2017, en San José de Costa Rica, se llevó a cabo el primer Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia, articulado junto a la Conferencia TICAL2017. Este primer Encuentro buscaba ofrecer un nuevo espacio para el intercambio de conocimientos y buenas prácticas en el uso de Tecnología de información y comunicaciones (TIC) en las labores de investigación, con vistas a contribuir a la mejora y optimización de la gestión y quehacer de los grupos científicos de la región.

Esta primera -esperamos que de muchas- experiencia reunió a un grupo de expertos investigadores en las áreas de Biodiversidad, e-Salud, Medio Ambiente, Astronomía, Arte y Cultura en Red, y Física de Altas Energías, con el fin de mostrar avances y resultados esperados fundamentados en el uso y aplicación de herramientas tecnológicas en el campo de la investigación.

Este nuevo espacio contribuyó a optimizar la gestión y el quehacer de los grupos científicos de la región, buscando la oportunidad de integración e intercambio científico con Europa.

Esta primera versión del Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia fue un gran reto, desde el momento en que se comenzó a reunir el Comité Científico se desarrollaron reuniones muy puntuales sobre las acciones y responsabilidades del Comité Científico, generándose una estrecha relación entre los miembros de RedCLARA líderes del área de comunidades del Proyecto BELLA-T y el Comité Científico del Encuentro.

Cabe señalar que para esta primera edición del Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia se presentaron 92 papers, distribuidos en las distintas áreas de investigación: una muy positiva respuesta al llamado hecho a los investigadores. El Comité Científico tuvo la tarea de revisar uno a uno cada paper. Había trabajos muy buenos pero solo pudimos seleccionar tres propuestas por cada área de investigación, quedando 18 aprobadas e insertas en el programa.

Debemos sostener que la presentación de los 18 papers de parte de los investigadores en el marco del Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia, permitió cumplir el objetivo de intercambiar experiencias y generar inquietudes y debates con el público asistente en sesiones de las distintas áreas de conocimiento. El nivel académico y científico de las presentaciones fue excelente, los investigadores mostraron nuevos conocimientos y dieron cuenta de sus experiencias investigativas.

Los papers presentados a la convocatoria provenían de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos, México, Uruguay y Venezuela, demostrando un alto nivel científico en las investigaciones que se desarrollan en Latinoamérica y el Caribe, además la interrelación de algunos proyectos con otras disciplinas.

Una de las preguntas que se planteó fue: ¿Cómo se podrán articular proyectos colaborativos e interdisciplinarios con otros investigadores a fin de co-diseñar y co-crear proyectos a través de las redes de conocimiento? Varios investigadores identificaron algunas problemáticas en el uso de tecnologías para potenciar una interrelación entre las distintas áreas de conocimiento, pero, además, la articulación de otras disciplinas o líneas de investigación que contribuyan al fortalecimiento de proyectos de investigación, y las sinergias de proyectos interdisciplinarios y colaborativos a futuro. He ahí el gran reto para próximos Encuentros.

De igual manera se pudo identificar algunas problemáticas en común, y la falta de algunas herramientas y de personal experto para el desarrollo de algunas funciones específicas en las redes de tecnologías. Esto, pensando en el diseño de proyectos interdisciplinarios y colaborativos entre investigadores, a fin de generar una discusión sobre la interrelación entre las seis áreas temáticas definidas para este primer Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia, pero, además, para crear proyectos interdisciplinados y colaborativos.

Debemos mencionar que durante las pausas de café se reunían los investigadores, generando sinergias entre ellos y sus distintas áreas de trabajo, así surgieron una serie de inquietudes y propuestas para trabajar colaborativamente. Es decir, se generó un ambiente que potenció el desarrollo de grandes amistades entre científicos y quedamos con ganas de reunirnos para seguir trabajando. En resultado concreto es la propuesta de crear la comunidad científica de e-Ciencias, por lo que se coordinará con las directivas de RedCLARA una agenda de trabajo para continuar con este proceso.

Para concluir, resulta oportuno mencionar que los investigadores siempre se han apoyado en recursos y medios técnicos, como herramientas metodológicas, tanto para el levantamiento de los insumos, como para el análisis de los datos y resultados esperados, tales como las bitácoras, la fotografía, entre otros. En estos momentos, contamos con esos recursos tecnológicos a nuestro alcance, permitiéndonos diseñar y ejecutar proyectos de investigación en las distintas áreas del conocimiento e incluso desde distintos lugares del mundo en tiempo real. Es por ello que los investigadores participantes al evento manifestaron la necesidad de obtener más recursos tecnológicos con el fin de lograr con mayor éxito los procesos, procedimientos y resultados esperados de sus investigaciones. De ahí que se creará una comunidad en RedCLARA.

Fabián Leotteau  
Presidente del Comité Científico  
Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia 2017

## **SESIÓN BIODIVERSIDAD**



## Sistemas de informação como recurso para a conservação das abelhas no Brasil

Kátia Paula Aleixo<sup>a</sup>, Ana Lucia Delgado Assad<sup>a</sup>, Sidnei de Souza<sup>b</sup>, Dora Ann Lange Canhos<sup>b</sup>

a Associação Brasileira de Estudos das Abelhas, R. João Cachoeira 488 cj. 907,  
04535-001 São Paulo, Brasil

[katia.aleixo@abelha.org.br](mailto:katia.aleixo@abelha.org.br), [ana.assad@abelha.org.br](mailto:ana.assad@abelha.org.br)

b Centro de Referência em Informação Ambiental, Av. Romeu Tórtima 388,  
13084-791 Campinas, Brasil

[sidnei@cria.org.br](mailto:sidnei@cria.org.br), [dora@cria.org.br](mailto:dora@cria.org.br)

**Resumo.** Os polinizadores são importantes para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, participando do processo de reprodução das plantas com flores. As avaliações atuais sobre os polinizadores evidenciam os inúmeros benefícios que trazem aos seres humanos, incluindo a participação na melhora da produção e qualidade de frutos e sementes consumidos na dieta humana. Visando a conservação das abelhas e outros polinizadores no Brasil, foi criada a Associação Brasileira de Estudos das Abelhas (A.B.E.L.H.A.) que, em parceria com o Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA), desenvolveu dois sistemas de informação *on-line* de acesso livre e aberto com o objetivo de disponibilizar conhecimento sobre as abelhas de maneira ágil e tornar-se fonte de consulta confiável para todos os setores da sociedade brasileira. O primeiro deles é o *Sistema de Informação Científica sobre Abelhas Neotropicais* que tem por objetivo facilitar o acesso ao conhecimento científico sobre as abelhas no Brasil, integrando informações disponíveis em diferentes sistemas *on-line*. O segundo é o *Sistema de Informação sobre Interações Abelhas - Plantas no Brasil* que tem por objetivo reunir informações existentes sobre interações entre abelhas e plantas para facilitar as decisões sobre polinização de culturas agrícolas e conservação de abelhas e plantas. Esperamos com esses sistemas reforçar a importância do conhecimento e conservação das abelhas para a manutenção da biodiversidade e produção de alimentos.

**Palavras Chave:** plataforma, e-Ciência, apicultura, nativa, meio ambiente, região tropical.

**Tema principal:** Biodiversidade.

**Abstract.** Pollinators are important for the maintenance of ecosystem services, participating in the process of reproduction of flowering plants. Current assessments of pollinators show the innumerable benefits they bring to humans, including their participation in improved production and quality of fruits and seeds that are part of human diet. The Brazilian Bee Studies Association (A.B.E.L.H.A., acronym in Portuguese) was created to promote the conservation of bees and other pollinators in Brazil. A.B.E.L.H.A., in partnership with the Reference Center for Environmental Information (CRIA, acronym in Portuguese), developed two free and open online information systems with the objective of providing knowledge about bees in a fast way, becoming a source of reliable consultation for all stakeholders. The first system is the Scientific Information System on Neotropical Bees that aims to facilitate access to scientific knowledge about bees in Brazil, integrating information available in different online systems. The second one is the Information System on Bee - Plant Interactions

that aims to gather existing information on interactions between bees and plants to facilitate decisions on pollination of agricultural crops and bee and plant conservation. With these systems we hope to reinforce the importance of knowledge and conservation of bees for the maintenance of biodiversity and food production.

**Key Words:** platform, e-Science, beekeeping, native, environment, tropical region.

**Main theme:** Biodiversity.

## Introdução

Os polinizadores são componentes chaves da biodiversidade global, pois atuam na manutenção dos ecossistemas naturais e agregam valor à agricultura mundial. Enquanto na natureza os polinizadores garantem a reprodução das plantas com flores, na agricultura eles são responsáveis pelo aumento da produção e qualidade dos frutos e sementes das culturas alimentares [1]. Uma vez que a produção de alimentos afeta diretamente a sociedade, grande parte do foco em temas de serviços de polinização está direcionada para os benefícios que a polinização animal causa na dieta humana.

Globalmente, a polinização animal beneficia a produção de 75% das culturas agrícolas [2]. Somente no Brasil, aproximadamente 60% das culturas apresentam algum grau de dependência por polinização animal, incluindo frutíferas, leguminosas, oleaginosas e outras culturas com alto valor agregado, como a castanha-do-Brasil, o cacau e o café. Do ponto de vista monetário, o benefício causado pelos polinizadores animais representa cerca de US\$12 bilhões, ou seja, aproximadamente 30% do total da produção anual das culturas agrícolas beneficiadas [3]. Entre os polinizadores mais importantes estão as abelhas, que representam 87% dos polinizadores que garantem parte da alimentação brasileira [4]. Apesar disso, um crescente número de estudos tem mostrado que as populações de polinizadores estão em declínio em diversas regiões do planeta, o que impacta negativamente a manutenção da diversidade de plantas silvestres e de interações ecológicas; a produção agrícola; a segurança alimentar e o bem-estar humano [2].

Em 2012 foi criada a Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES – sigla em inglês), que tem como missão desenvolver e aperfeiçoar a interface entre a comunidade científica e os tomadores de decisão, visando o aprimoramento de políticas públicas de conservação e uso sustentável da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Uma das ações do IPBES é a produção de diagnósticos para formuladores de políticas públicas. O primeiro de uma série de diagnósticos sobre o status da biodiversidade no planeta previstos para serem divulgados pelo IPBES foi o de Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos<sup>1</sup>, divulgado em março de 2016. Esse trabalho enfatizou o valor dos polinizadores e da polinização, o status, as tendências e os fatores de

<sup>1</sup> The assessment report on Pollinators, Pollination and Food Production -

[http://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/spm\\_deliverable\\_3a\\_pollination\\_20170222.pdf](http://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/spm_deliverable_3a_pollination_20170222.pdf)

ameaças aos polinizadores e as opções de respostas políticas e de gestão. O fato de polinizadores e polinização ter sido o primeiro diagnóstico a ser realizado, mostra a importância do tema na esfera mundial.

Visando a divulgação de estudos e informações voltadas à conservação de abelhas e outros polinizadores no Brasil, foi criada a Associação Brasileira de Estudos das Abelhas (A.B.E.L.H.A.)<sup>2</sup>, associação civil sem fins lucrativos, composta atualmente por 11 associados entre empresas e associações de produtores agrícolas. Sua missão está pautada em reunir, produzir e divulgar informações com base científica, que visem à conservação da biodiversidade brasileira e à convivência harmônica e sustentável da agricultura com as abelhas e outros polinizadores.

A associação A.B.E.L.H.A. estabeleceu uma parceria com o Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA), que tem como objetivo estatutário disseminar o conhecimento científico visando à conservação e utilização sustentável dos recursos naturais do país. Dessa parceria resultou o desenvolvimento de dois sistemas de informação *on-line* de acesso livre e aberto, que serão apresentados a seguir, com o objetivo de disponibilizar conhecimento sobre as abelhas de maneira ágil e tornar-se fonte de consulta confiável para todos os setores da sociedade brasileira.

### Sistema de Informação Científica sobre Abelhas Neotropicais<sup>3</sup>

O *Sistema de Informação Científica sobre Abelhas Neotropicais* é uma plataforma de pesquisa que tem por objetivo facilitar o acesso ao conhecimento científico disponível em diferentes sistemas *on-line*, utilizando o *Catálogo de Abelhas Moure*<sup>4</sup> como fonte primária para agregar informações sobre as espécies de abelhas que existem no Brasil. Apresenta como opção de busca tanto o nome científico como os nomes populares, inclusive indígenas. A informação é apresentada em uma página única e permite ao usuário o acesso direto à sua fonte original (Figura 1). Atualmente, o sistema integra os dados dos seguintes sistemas de informação: **Catálogo de Abelhas Moure** – com mais de mil espécies aceitas; **Fototeca Cristiano Menezes** – com 2.912 imagens de 57 espécies; **Flickr** – aplicativo *on-line* de gerenciamento e compartilhamento de imagens; **Rede speciesLink** – um sistema de informação que integra dados primários de mais de uma centena de coleções biológicas, com mais de 230 mil registros de espécies da família Apidae; **Sistema de Informação sobre Interações Abelhas-Plantas no Brasil** – um sistema que apresenta a interação de mais de 900 espécies de abelhas com mais de duas mil espécies de plantas; **Checklist das Abelhas e Plantas melitófilas no Estado de São Paulo, Brasil** – com 276 espécies de abelhas que visitaram 433 espécies de plantas; **Portal brasileiro de**

---

<sup>2</sup> Associação Brasileira de Estudos das Abelhas – <http://www.abelha.org.br>

<sup>3</sup> Sistema de Informação Científica sobre Abelhas Neotropicais - <http://abelha.cria.org.br>

<sup>4</sup> Catálogo de Abelhas Moure para espécies de abelhas neotropicais - <http://moure.cria.org.br>

**publicações científicas em acesso aberto (oasisbr)** – utiliza como fonte as Bibliotecas Digitais de Teses e Dissertações e o Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal – RCAAP; **Encyclopedia of Life (EOL)** – que tem como foco a estruturação e disponibilização aberta de dados de espécies de interesse público; **Biodiversity Heritage Library (BHL)** – organiza e disponibiliza literatura taxonômica compartilhada por um consórcio de bibliotecas de história natural e botânicas; e **Bioline International** – um serviço de publicação eletrônica para a disseminação de artigos de países em desenvolvimento. Todos os sistemas de informação citados oferecem serviços web, permitindo a busca e recuperação das informações em tempo real. Outras fontes de informação *on-line* que não oferecem seus dados via serviços web são apresentados em uma página de *links*.

The screenshot displays the A.B.E.L.H.A. website interface. At the top, the logo 'A.B.E.L.H.A.' is visible, along with the text 'Associação Brasileira de Estudos das Abelhas' and 'sistema de informação científica sobre abelhas neotropicais'. A search bar contains the word 'jatahy'. Below the search bar, there are navigation links for BHL, Bioline, EOL, FCM, Flickr, speciesLink, oasisbr, interação, and Moure. The main content area is titled 'Catálogo de Abelhas Moure' and features the species 'Tetragonisca angustula (Latreille, 1811)'. It lists 'outros nomes' (Trigona angustula Latreille, 1811; Trigona jay Smith, 1863) and 'nomes populares' (abelhas-ouro, angelitas, espafolita, ingleses, jatahy, jatahy-amarelo, jatai-piqueno, jatai-verdadeira, jataj, jathly, jaty, jimerito, maria-seca, marita, mariola, moça-branca, mosquitinha-verdadeira, mosquito-amarelo, my-krwät, ramichi-amarilla, trez-portas, virgencitas, virginitas). A 'Fototeca Cristiano Menezes' section shows '84 imagens disponíveis para Tetragonisca angustula em 25-Abr-2016' and includes a grid of images of the bee. The source is cited as 'Fonte principal: Catálogo de Abelhas Moure' and 'Fonte: Fototeca Cristiano Menezes'.

Fig. 1. Sistema de Informação Científica sobre Abelhas Neotropicais.

O sistema também apresenta uma ferramenta que facilita o acesso ao conhecimento sobre a ocorrência natural da fauna de abelhas brasileiras por meio da geração de listas das espécies de acordo com a distribuição geográfica nos estados do país. Para cada um dos estados brasileiros é apresentada uma lista de espécies de abelhas conhecidas, separadas por Subfamília e Tribo (Figura 2). Ao clicar na espécie de interesse indicada no mapa, o usuário tem acesso às informações disponíveis nos demais sistemas que compõe a plataforma de pesquisa.

A plataforma é destinada principalmente a pesquisadores e estudantes universitários que buscam encontrar, de maneira rápida e eficiente, informações que podem dar suporte a seus estudos. Entretanto, o sistema é aberto para consulta de todos os públicos interessados.

The screenshot shows the A.B.E.L.H.A. website interface. At the top, the logo 'A.B.E.L.H.A.' is displayed with the text 'Associação Brasileira de Estudos das Abelhas' and 'sistema de informação científica sobre abelhas neotropicais'. Below the logo is a search bar with the placeholder text 'nome científico ou nome comum'. The main content area is titled 'Abelhas no Brasil' and contains a paragraph of introductory text. To the left is a vertical list of Brazilian states, with 'Rondônia' highlighted in green. To the right, under the heading 'Rondônia', there are three sub-sections: 'Andreninae » Protandrenini' with one species, 'Apinae » Bombini' with two species, and 'Apinae » Centridini' with a list of ten species. A small map of Brazil is shown to the right of the species lists, with Rondônia highlighted in green.

**A.B.E.L.H.A.**  
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas

sistema de informação científica sobre abelhas neotropicais

English  
A.B.E.L.H.A. \* fontes de informação \* como usar \* outros links

nome científico ou nome comum

**Abelhas no Brasil**

Apresenta-se aqui a lista de espécies de abelhas de acordo com a distribuição geográfica nos estados do Brasil. É importante ressaltar que estes registros de distribuição geográfica foram retirados apenas do Catálogo de Abelhas Moure, o qual é utilizado como fonte primária por este sistema. Para a composição do catálogo Moure, os dados de distribuição geográfica foram extraídos de artigos e revisões taxonômicas, catálogos, levantamentos faunísticos e também de espécimes depositados em coleções biológicas. As referências das publicações sobre cada espécie de abelha podem ser acessadas na versão online do catálogo. Cada um dos estados brasileiros é acompanhado pela lista de espécies de abelhas conhecidas, separadas por Subfamília e Tribo. Ao clicar na espécie de interesse, informações disponíveis nos demais sistemas que compõe esta plataforma de pesquisa poderão ser acessadas.

- Acre
- Alagoas
- Amapá
- Amazonas
- Bahia
- Ceará
- Distrito Federal
- Espírito Santo
- Goiás
- Maranhão
- Mato Grosso
- Mato Grosso do Sul
- Minas Gerais
- Pará
- Paraíba
- Paraná
- Pernambuco
- Piauí
- Rio de Janeiro
- Rio Grande do Norte
- Rio Grande do Sul
- **Rondônia**
- Roraima
- Santa Catarina
- São Paulo
- Sergipe
- Tocantins

**Rondônia**

**Andreninae » Protandrenini**

- *Parapsaenythia inornata* Moure, 1998

**Apinae » Bombini**

- *Bombus (Fervidobombus) pauloensis* Friese, 1913
- *Bombus (Fervidobombus) transversalis* (Olivier, 1789)

**Apinae » Centridini**

- *Centris (Aphemisia) plumipes* Smith, 1854
- *Centris (Centris) bakeri* Cockerell, 1912
- *Centris (Hemisiella) dichrotricha* (Moure, 1945)
- *Centris (Ptilotopus) denuans* Lepelletier, 1841
- *Epicharis (Anepicharis) dejeanii* Lepelletier, 1841
- *Epicharis (Epicharana) flava* Friese, 1900
- *Epicharis (Epicharana) pygialis* (Friese, 1900)
- *Epicharis (Epicharis) umbraculata* (Fabricius, 1804)
- *Epicharis (Epicharilides) cockerelli* Friese, 1900
- *Epicharis (Epicharilides) minima* (Friese, 1904)
- *Epicharis (Hoplepicharis) fasciata* Lepelletier & Serville, 1828
- *Epicharis (Parepicharis) zonata* Smith, 1854
- *Epicharis (Triepicharis) analis* Lepelletier, 1841

**Apinae » Eucerini**

- *Florilegus (Eufiorilegus) festivus* (Smith, 1854)
- *Florilegus (Florilegus) condignus* (Cresson, 1878)
- *Gaeschira obscura* (Smith, 1879)
- *Lophothygater nigrita* Urban, 1999
- *Trichocerapis chaetogastra* Moure, 1967

Fig. 2. Lista de espécies de abelhas de acordo com a distribuição geográfica nos estados do Brasil.

## Sistema de Informação sobre Interações Abelhas - Plantas no Brasil<sup>5</sup>

O Sistema de Informação sobre Interações Abelhas - Plantas no Brasil tem por objetivo reunir e disponibilizar informações existentes sobre interações

<sup>5</sup> Sistema de informação sobre Interações Abelhas-Plantas no Brasil - <http://abelhaseplantas.cria.org.br>

entre abelhas e plantas para facilitar as decisões sobre polinização de culturas e conservação de abelhas e plantas. Os dados das interações foram obtidos de levantamentos de abelhas nas flores e de trabalhos que utilizaram a análise polínica como ferramenta para identificação de fontes florais utilizadas por abelhas, realizados em diversas regiões do país e disponíveis em dissertações, teses e artigos, no âmbito do subprojeto "*Avaliação do status atual das interações plantas-polinizadores*", sob a coordenação da Profa. Dra. Astrid de M.P. Kleinert do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo<sup>6</sup> – Brasil. O sistema apresenta como resultado a interação de mais de 900 espécies de abelhas com mais de duas mil espécies de plantas. O usuário pode fazer buscas pelo nome científico da abelha ou da planta obtendo como resultado a lista de plantas visitadas pela abelha ou a lista de abelhas que visitam a planta. Clicando na interação, o usuário obtém os dados dos levantamentos e as respectivas referências (Figura 3).

The screenshot displays the 'Interações Abelhas-Plantas' web application. At the top, there is a navigation bar with 'Principal', 'Busca', 'Fonte de Informação', 'Como usar', 'English', and 'Interações Abelhas-Plantas'. Below this is a search interface with a text input field labeled 'Digite o nome científico da abelha' and a dropdown menu for 'Nome científico'. There are two radio buttons: 'busca por nome de abelha' (selected) and 'busca por nome de planta'. The main content area is divided into two columns. The left column, titled 'Lista de plantas que são visitadas por:', lists various plant families and species, including *Centris tricolor* Fries, 1899, *Pithecoctenium echinatum* (Jacq.) Baill., *Heliotropium cf. leiocarpum* Morong, *Moritzia ciliata* DC. ex Meisn., *Opuntia brunneogemma* (F. Ritter) Schindwein, *Opuntia viridiflora* (F. Ritter) P.J. Braun & Esteves, *Adesmia riograndensis* Nieto, *Crotalaria* spp., *Simplingia allagophylla* (Mart.) Weiler, *Janusia guaranica* (A. St.-Hil.) A. Juss., and *Angelonia integerrima* Spreng. The right column features a map of Brazil with a red dot indicating the interaction location in Rio Grande do Sul. Above the map, it identifies the bee as *Centris tricolor* Fries, 1899 and the plant as *Pithecoctenium echinatum* (Jacq.) Baill. Below the map, there are sections for 'Levantamentos' (Surveys) listing localities like Guaritas and Mata Secundária, and 'Teses / Dissertações' (Theses / Dissertations) listing scientific references such as Schindwein (1995) and Grauer (1980).

Fig. 3. Sistema de Interações Abelhas-Plantas no Brasil.

A plataforma é destinada a pesquisadores e profissionais que necessitam de informações sobre interações entre abelhas e as plantas que elas visitam para coleta de pólen e néctar. Entre as aplicações da plataforma, está a busca por plantas para o enriquecimento do pasto apícola com o objetivo de

<sup>6</sup> Trabalho realizado no âmbito do projeto "*Biodiversidade e uso sustentável dos polinizadores com ênfase em abelhas*", processo FAPESP nº 04/15801-0.

ampliar a oferta de alimento para as abelhas, além de servir como base para a recuperação de áreas desmatadas e degradadas.

## Novos projetos

Uma nova plataforma de informação com foco na Apicultura e Meio Ambiente está sendo desenvolvida em colaboração com criadores de abelhas e pesquisadores. Tem por objetivo contribuir para o melhor desenvolvimento da atividade de criação de abelhas e produção de mel, promovendo a convivência harmônica entre apicultura, meliponicultura, agricultura e meio ambiente. Nessa plataforma, pretendemos promover a interação com os dois sistemas indicados acima, bem como disponibilizar informações voltadas mais diretamente ao interesse dos apicultores e meliponicultores e da conservação da biodiversidade. Será de acesso aberto e livre, com construção colaborativa, procurando responder a demandas desse público-alvo.

## Conclusão

A grande riqueza de abelhas no Brasil e o seu papel na manutenção da biodiversidade e na produção de alimentos são temas importantes que devem ser disponibilizados livremente a todos os setores da sociedade por meio de técnicas facilitadas pela tecnologia da informação e comunicação. Os sistemas de informação sobre abelhas aqui apresentados são altamente valiosos, pois oferecem um caminho mais curto e eficiente para aumentar a nossa compreensão sobre as espécies nativas, onde se encontram e quais estudos com abelhas existem no Brasil, integrando, por meio das ferramentas oferecidas pela tecnologia da informação, bases de dados antes dispersas. Além disso, ao serem fontes confiáveis de consulta por terem como base o conhecimento científico, podem contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas para proteger as espécies de abelhas, seus habitats e flora associada.

## Referências

1. Potts, SG, Biesmeijer, JC, Kremen, C, Neumann, P, Schweiger, O, Kunin, WE: Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25, 345 a 353 (2010)
2. Potts, SG, Imperatriz-Fonseca, VL, Ngo, TH, Aizen, MA, Biesmeijer, JC, Breeze, TD, Dicks, LV, Garibaldi, LA, Hill, R, Settele, J, Vanbergen, AJ: Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*. 540, 220 a 229 (2016)
3. Giannini, TC, Cordeiro, GB, Freitas, BM, Saraiva, AM, Imperatriz-Fonseca, VL: The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of

- Pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology*. 108, 849 a 857 (2015)
4. Giannini, TC, Boff, S, Cordeiro, GD, Cartolano-Júnior, EA, Veiga, AK, Imperatriz-Fonseca, VL, Saraiva, AM: Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie*. 46, 209 a 223 (2014)

## El Atlas de la Biodiversidad de Costa Rica (CRBio)

María Auxiliadora Mora, Manuel Vargas

Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica (INBio)

[mmora@inbio.ac.cr](mailto:mmora@inbio.ac.cr), [vargas@inbio.ac.cr](mailto:vargas@inbio.ac.cr)

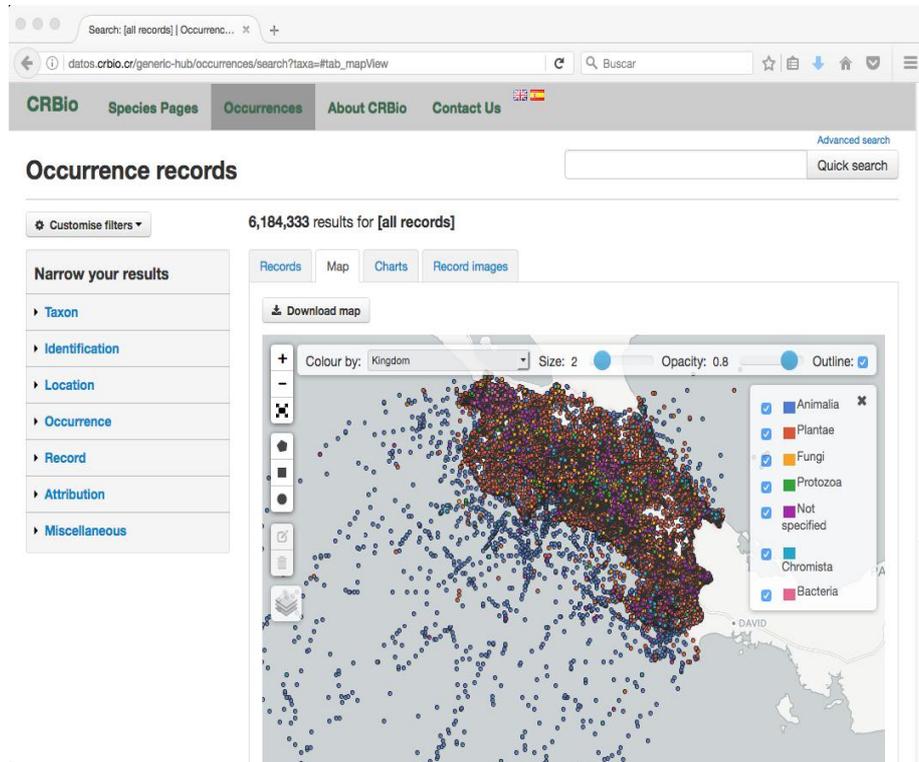
**Resumen:** El Atlas de la Biodiversidad de Costa Rica (CRBio) fue creado en 2006 con la misión de proveer acceso integrado, libre y gratuito a los datos y a la información de la biodiversidad costarricense para apoyar la ciencia, la educación y la conservación de la biodiversidad. El portal en Internet de CRBio (<http://www.crbio.cr/>) fue renovado en 2016 con componentes de software libre desarrollados por el Atlas de la Biodiversidad de Australia (ALA), los cuales han sido utilizados también en otros países que han conformado una comunidad de programadores y usuarios con el apoyo de la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF) y de ALA. El nuevo portal de CRBio incluye 5.000 páginas de especies, más de 50.000 imágenes y casi siete millones de registros de presencia de especies georeferenciados en Costa Rica. Estos registros provienen de más de 800 bases de datos publicadas por centros de investigación de 33 países. Los diferentes tipos de datos e información contenidos en CRBio siguen los estándares definidos por Estándares de Información en Biodiversidad (TDWG), tales como el Darwin Core Archive para los registros de presencia de especies y el Plinian Core para las páginas de especies. El empleo de estos estándares y de herramientas como la Herramienta de Publicación de Datos (IPT), por parte de los publicadores, facilita compartir e intercambiar los datos de CRBio con iniciativas globales de informática de la biodiversidad como GBIF, la Enciclopedia de la Vida (EOL) y la Biblioteca del Patrimonio de la Biodiversidad (BHL).

**Abstract:** The Atlas of Living Costa Rica (CRBio) was launched in 2006 aiming at providing integrated, free, and open access to data and information about the Costa Rican biodiversity to support science, education, and biodiversity conservation. The CRBio data portal (<http://www.crbio.cr/>) was updated in 2016 with free software components developed by the Atlas of Living Australia (ALA), which have been also used in other countries who have established a community of developers and users supported by the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and ALA. The new data portal of CRBio includes 5,000 species pages, more than 50,000 images, and around seven million georeferenced occurrence records. The occurrence records are part of more than 800 databases and were published by research centers located in 33 countries. The data and information aggregated by CRBio follow standards developed by the Biodiversity Information Standards (TDWG), such as Darwin Core Archive for occurrence records and Plinian Core for species pages. The use of these standards and publishing tools, like the Integrated Publishing Toolkit (IPT), facilitates sharing and exchanging data with global Biodiversity Informatics initiatives such as GBIF, the Encyclopedia of Life (EOL) and the Biodiversity Heritage Library (BHL).

## Introducción

El Atlas de la Biodiversidad de Costa Rica (CRBio) fue creado en 2006 con la misión de proveer acceso integrado, libre y gratuito a los datos y a la información de la biodiversidad costarricense para apoyar la ciencia, la educación y la conservación de la biodiversidad. El portal en Internet de CRBio agrupa datos e información generados por instituciones nacionales e internacionales que se dedican a la investigación, la educación, el uso sostenible y la gestión de la biodiversidad. Páginas de especies, registros de presencia (ej. especímenes, observaciones), capas geográficas (ej. división política, áreas silvestres protegidas), nomenclatura científica (ej. nombres, clasificaciones), información bibliográfica y datos multimedia, están disponibles en formatos estandarizados como el Darwin Core (<http://rs.tdwg.org/dwc/>) y el Plinian Core (<https://github.com/PlinianCore>), ambos definidos por Estándares de Información en Biodiversidad (TDWG), la cual es una organización científica, educativa y sin fines de lucro que trabaja en el desarrollo de los estándares abiertos para el intercambio de información sobre biodiversidad empleados por las principales iniciativas a nivel mundial.

CRBio utiliza también software libre desarrollado por la comunidad internacional de informática de la biodiversidad. Por ejemplo, inicialmente usó el protocolo y las herramientas DiGIR (*Distributed Generic Information Retrieval*, <http://digir.sourceforge.net/>) para implementar el portal en Internet y los nodos de datos de la red; en una etapa posterior el portal se actualizó con software desarrollado por la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF) y los nodos fueron implementados utilizando el protocolo TAPIR (*TDWG Access Protocol for Information Retrieval*, <http://www.tdwg.org/activities/tapir/>). En 2016, gracias a un proyecto ejecutado por el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) y patrocinado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicit) y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt), el portal en Internet de CRBio (<http://www.crbio.cr/>) fue renovado con componentes de software desarrollados por el Atlas de la Biodiversidad de Australia (ALA), los cuales han sido instalados y adaptados también en otros países (ej. Argentina, Brasil, Escocia, España, Francia, Portugal, Reino Unido) que han conformado una comunidad de programadores y usuarios con el apoyo de GBIF y de ALA. Para compartir los datos, los nodos utilizan actualmente la Herramienta de Publicación de Datos (IPT), la cual es la recomendada por GBIF y otras iniciativas globales de informática de la biodiversidad. El nuevo portal de CRBio incluye 5.000 páginas de especies, más de 50.000 imágenes y casi siete millones de registros de presencia de especies georreferenciados en Costa Rica. Estos registros provienen de cerca de 800 bases de datos publicadas por centros de investigación de más de 33 países. La figura 1 muestra los sitios de recolección u observación de especies disponibles en el portal de CRBio.



**Figura 1.** CRBio es un esfuerzo colaborativo que integra cerca de 7 millones de registros de presencia de especies de la biodiversidad de Costa Rica, publicados por centros de investigación de más de 30 países.

CRBio es un esfuerzo colaborativo que ha contado con la participación de instituciones como el INBio, el Área de Conservación Guanacaste (ACG), la Organización para Estudios Tropicales (OET), el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac), la Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (Conagebio), la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica (UCR), el Museo Nacional de Costa Rica (MNCR), el Laboratorio de Recursos Naturales y Vida Silvestre (Larnavisi) de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) y los Observatorios de Aves de Costa Rica (CRBO).

## Impacto de la investigación desarrollada

CRBio ha realizado una contribución importante a Costa Rica y a la comunidad internacional de informática de la biodiversidad. A nivel nacional, CRBio ha llenado un vacío de integración de fuentes de datos sobre biodiversidad y publicación de información por medio de un mecanismo de acceso centralizado, libre y gratuito. Asimismo, ha propiciado la comunicación entre instituciones nacionales relacionadas con el manejo de información sobre biodiversidad. También ha fortalecido la capacidad informática en el recurso humano nacional para capturar, curar, analizar y publicar datos e información sobre la biodiversidad de Costa Rica.

A nivel internacional, se ha propiciado la formación y consolidación de una comunidad de desarrolladores relacionados con las herramientas de ALA y de aplicaciones de informática de la biodiversidad en general. Se ha contribuido también al fortalecimiento de capacidades en informática de la biodiversidad por medio de proyectos de tutoría orientados a compartir el conocimiento y la experiencia con instituciones en otros países (ej. Nicaragua, Argentina, Perú, Chile, Cuba, Bután y Benín). Estos proyectos fueron financiados por GBIF, la Fundación de Biodiversidad JRS y el Programa de Cooperación Sur-Sur de Fundecooperación con fondos del Reino de los Países Bajos.

## Red internacional de colaboración

Como se ha mencionado, varios países y organizaciones han reutilizado y adaptado los componentes de software desarrollados por ALA para sus portales de datos de biodiversidad, lo que ha dado lugar a la formación de una comunidad de usuarios y programadores interesados en el mantenimiento y la mejora de estas herramientas.

Esta comunidad comenzó a formarse en Costa Rica en el año 2013, cuando GBIF patrocinó un proyecto de fortalecimiento al desarrollo de capacidades entre el nodo costarricense y el nodo australiano, el cual estuvo enfocado a estudiar el software del portal de ALA. Se organizaron dos talleres en Costa Rica a los cuales asistieron especialistas de Australia, Costa Rica, España, México y Brasil. Varios talleres adicionales se han llevado a cabo desde entonces en Australia, España, Francia y Argentina, la mayoría financiados por GBIF y también con el apoyo de otros organismos, como la Unión Europea. Además de estos eventos presenciales, los cuales se procuran organizar como mínimo una vez al año, la comunidad se comunica a través de listas de correo, grupos de *chat* y facilidades que ofrece GitHub (<https://github.com/>) para el desarrollo colaborativo de software.

ALA comparte el código fuente y la documentación de su software en el repositorio GitHub (<https://github.com/AtlasOfLivingAustralia/>) con licencias de software libre, lo que permite que los interesados extiendan y compartan a

su vez estos recursos. Entre los proyectos derivados de este esquema de colaboración pueden mencionarse los portales de datos de los nodos GBIF de Argentina (<http://datos.sndb.mincyt.gob.ar/>), España (<http://datos.gbif.es/>), Francia (<http://portail.gbif.fr/>) y Portugal (<http://dados.gbif.pt/>), así como el Atlas de la Red Nacional de Biodiversidad de Escocia (<https://scotland.nbnatlas.org/>) y el portal de datos del Instituto Chico Mendes, en Brasil (<https://portaldabiodiversidade.icmbio.gov.br/portal/>). Los nodos GBIF de Alemania, Suecia, México y Canadensys (organización adscrita a la Universidad de Montreal), también están implementando portales de datos con base en estas tecnologías, lo que demuestra el creciente interés en las aplicaciones desarrolladas por ALA y sus colaboradores, así como el potencial que tienen los datos abiertos y el software libre en la emergente área de conocimiento de la informática de la biodiversidad.

## Tecnologías de información y comunicación empleadas en el desarrollo de la investigación

Los diferentes tipos de datos e información contenidos en CRBio siguen los estándares definidos por TDWG, tales como el *Darwin Core Archive* para los registros de presencia de especies y el *Plinian Core* para los resúmenes de información general sobre especies.

El portal en Internet está basado en software libre como:

- El Sistema de Información Atta: software desarrollado por INBio para administrar la información sobre la biodiversidad de Costa Rica que la institución genera. El sistema incluye un módulo para la publicación de páginas de especies que también está en uso en CRBio.
- El gestor de contenidos WordPress (<https://wordpress.com/>).
- Módulos del portal de ALA para el manejo de:
  - datos de presencia de especies y
  - metadatos de instituciones y colecciones.

La figura 2 muestra la arquitectura del portal de ALA. Los recuadros en rojo representan la funcionalidad utilizada por CRBio. La arquitectura está dividida en capas: en la base de la figura se encuentra la capa de preprocesamiento de datos (*offline processing*), compuesta por procesos efectuados antes de incorporar los datos al portal para asegurar el cumplimiento de los estándares y mejorar la calidad de estos; la capa inmediatamente superior (*DBs, Indexes, Filesystem storage*) incluye los mecanismos de persistencia utilizados por el sistema; la siguiente capa es la de servicios web (*Web services*), que permite que cierta funcionalidad del portal sea utilizada por otras aplicaciones y finalmente en la capa superior, se encuentra la funcionalidad de consulta y visualización de los datos (*Front End Apps*).

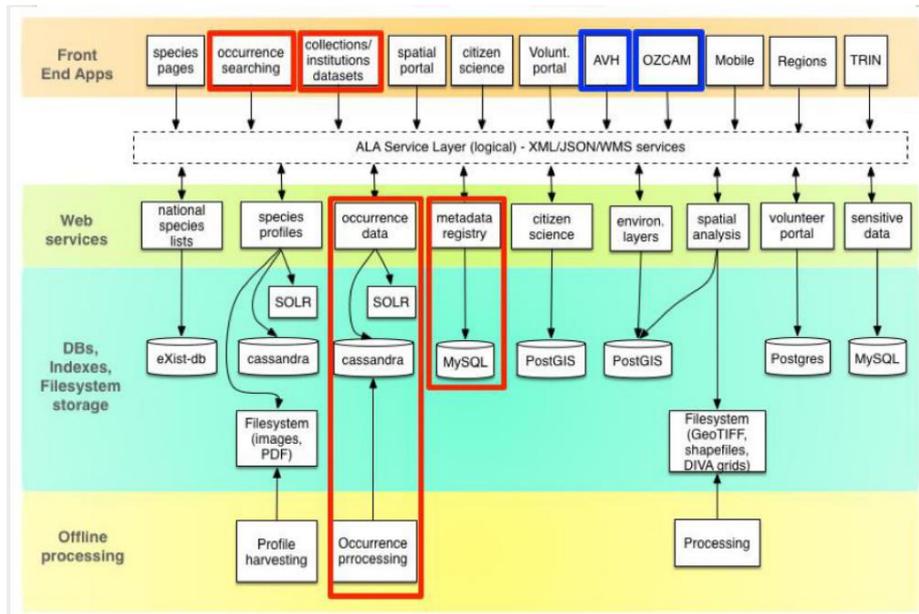


Figura 2. Arquitectura del portal desarrollado por el Atlas de Biodiversidad de Australia (ALA) en uso en CRBio desde el 2016.

## Darwin Core: Estándar para la Gestión de Datos Biológicos Primarios en la UTN

Sania Ortega Andrade<sup>a</sup>, Alexander Guevara Vega<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Técnica del Norte, Docente de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, FICAYA, Av. 17 de Julio, Ibarra, Ecuador  
smortega@utn.edu.ec

<sup>b</sup> Universidad Técnica del Norte, Docente de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, FICA. Av. 17 de Julio, Ibarra, Ecuador  
alexguevara@utn.edu.ec

**Resumen.** El incremento de investigaciones biológicas y de biodiversidad en los centros universitarios constituye una fuente importante de datos que generan conocimiento, sin embargo, no cuentan con estándares ni una plataforma para la gestión de datos biológicos primarios. A nivel nacional es perceptible la falta de integración y socialización con otras universidades, redes de ONG's, museos, herbarios u otras instituciones nacionales que faciliten el intercambio de datos y conocimientos. Esto ha generado que las fuentes de información del Ecuador y sus datos no sean difundidas en su totalidad. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es desarrollar una plataforma tecnológica basada en Darwin Core (DwC) como estándar, que optimice la gestión de datos biológicos primarios en los laboratorios de Investigación Biológica y Ambiental de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte (UTN). El proceso de análisis de los datos biológicos se consolida de manera sistémica, a través de procesos, actividades y herramientas que, al ser agrupadas en fases, permiten obtener un repositorio estandarizado. Para esto se utilizó la metodología de SCRUM la cual guio de forma ágil el proceso de desarrollo de la plataforma tecnológica; además se aplicó DwC como estándar para la divulgación e intercambio de información biológica. La plataforma esta estandarizado acorde a los requerimientos y procesos de cada área biológica lo que permitió el fortalecimiento de la publicación y gestión de datos, además su uso generalizado constituirá positivamente para la toma de decisiones en pro de la conservación ambiental.

**Palabras Clave:** Dato, colecciones, biodiversidad, Darwin Core, Web, sistemática, taxonomía.

**Abstract.** The increase in the number of biological and biodiversity studies in university centers constitutes an important source of data that generates knowledge, however, these centers do not yet have either standards or a platform for the management of primary biological data. At the national level, the lack of integration and communication with other universities, NGO networks, museums, herbariums or other national institutions that facilitate the exchange of data and knowledge is perceptible. This result of this lack of data exchange is that the sources of information from Ecuador and its data have not been completely shared. Therefore, the objective of this project was to develop a technological platform based on Darwin Core (DwC) as a standard, which would optimize the management of primary biological data in the

laboratories of Biological and Environmental Investigation in the Faculty of Environmental and Agricultural Sciences (FICAYA) of the Universidad Técnica del Norte (UTN). The biological data analysis process is consolidated systematically by means of processes, activities and tools that, grouped in phases, build a standardized data repository. The SCRUM methodology was used to guide the agile process of development of the technological platform; additionally, DwC was applied as a standard for sharing and interchange of biological information. The platform is standardized according to the requirements of each biological area which strengthened the publication and management of data, additionally, its generalized use will positively influence decision-making in favor of environmental conservation.

**Key words:** Data, collections, biodiversity, Darwin Core, Web, systematic, taxonomy.

## 1 Introducción

El incremento de procesos e iniciativas de la investigación referente a la conservación de la biodiversidad en las Instituciones de Educación Superior (IES) e Institutos para la investigación Biológica en el Ecuador constituye una fuente importante de generación de datos, información y conocimiento. La UTN y la FICAYA se han convertido en un referente a nivel de la región norte del Ecuador en la generación de estudios de biodiversidad, conservación de recursos renovables, estudios de prospección biológica, colección y caracterización de especies biológicas de distintos grupos taxonómicos, entre ellos animales, plantas, líquenes, hongos y microorganismos del Ecuador y la Antártida, todo este catálogo de contenidos son ingresados en documentos informativos, tesis, bases de datos individuales en Excel, entre otros tipos de archivos, mismos que tienen la necesidad de ser publicados, difundidos y sobre todo reutilizados como recursos de acceso abierto.

El avance de la tecnología ha permitido pasar de libros de campo a bases de datos como archivos planos de Excel y Access dentro de centros académicos biológicos, museos o institutos. Hoy en la actualidad ese avance ha generado una transformación digital e inmersión de contenidos multimedia como base de datos estructuradas y geoespaciales, así como nuevos espacios de visualización de contenidos biológicos en 2D y 3D, las cuales son fundamentales para la construcción de un ecosistema dinámico de información biológica enriquecida.

La falta de procesos bien definidos en los laboratorios de investigación biológica y ambiental de la FICAYA como normas, estándares y protocolos no han facilitado el registro y publicación de datos biológicos de una forma adecuada. El incremento de investigaciones en estas áreas prevé un aumento de estos datos, lo cual dificultará aún más este proceso, con un alto grado de centralización dependiente de un bajo número de digitadores, investigadores y estudiantes. El problema identificado trae como consecuencia cuellos de botella en el proceso de registro de especies al utilizar un solo documento para el registro, acumulación de trabajo, pérdida de información, inseguridad, inconsistencia, duplicidad e integridad de la información y con ello limitaciones técnicas en las consultas simultáneas de

la información, creando barreras de adopción, publicación e intercambio de información biológica.

El presente trabajo es sobre el desarrollo e implementación de una Plataforma Tecnológica Web basada en la aplicación de DwC como estándar para la Gestión de datos Biológicos Primarios en la UTN, para generar una red de colaboración entre docentes, estudiantes y comunidad científica, definiendo nuevos métodos y modelos para la gestión de datos biológicos-basado en estándares y protocolos para el intercambio y la divulgación.

## 2 Impacto

En la UTN, cada uno de los programas y proyectos de investigación biológica y ambiental se manejaban de manera independiente, de tal forma que generaban gran cantidad de datos almacenados a través de hojas de cálculo y herramientas no estructuradas, las cuales se convertían en un problema al momento de registrar y publicar, por lo que no se lograba obtener los resultados y beneficios esperados, como: consolidar la integración, colaboración y socialización para establecer redes de investigación que permitan el intercambio de conocimientos; el enriquecimiento de la base de datos y el diálogo de saberes sobre el bioconocimiento.

Técnicamente el proyecto es importante porque desarrollo la plataforma tecnológica Web mediante la aplicación de DwC como estándar en los laboratorios de investigación biológica y ambiental de la FICAYA-UTN, y mejoró la gestión de datos biológicos primarios, optimizando el proceso de registro y publicación de datos; permitiendo el acceso en tiempo real a un mayor número de personas.

Económicamente el proyecto redujo costos a la universidad, en la obtención de la información, optimización de las tareas por parte de los usuarios y en alcanzar una gestión íntegramente computarizada dentro y fuera de la universidad, ya que el mantenimiento y curaduría de colecciones biológicas conlleva gastos altos en infraestructura y manejo.

Socialmente está asociado a dos pilares estratégicos de la UTN, Investigación y Vinculación y al Plan del Buen Vivir que el Gobierno del Ecuador está impulsando para brindar soluciones a las problemáticas que la sociedad tiene al no contar con información biológica y ambiental del patrimonio natural. La mayoría de centros vinculados a la biodiversidad en el Ecuador tienen accesos restringidos a los datos y la difusión es interna, creando barreras que hoy en día la tecnología está tratando de minimizar gracias a Iniciativas de Open Access.

Con la creciente ola tecnológica y la divulgación de información científica, la gestión de datos biológicos primarios permitió administrar, analizar, almacenar y publicar datos taxonómicos parametrizados con estándares y normas de publicación e intercambio de información biológica, minimizando las barreras de adopción y maximizando la reutilización.

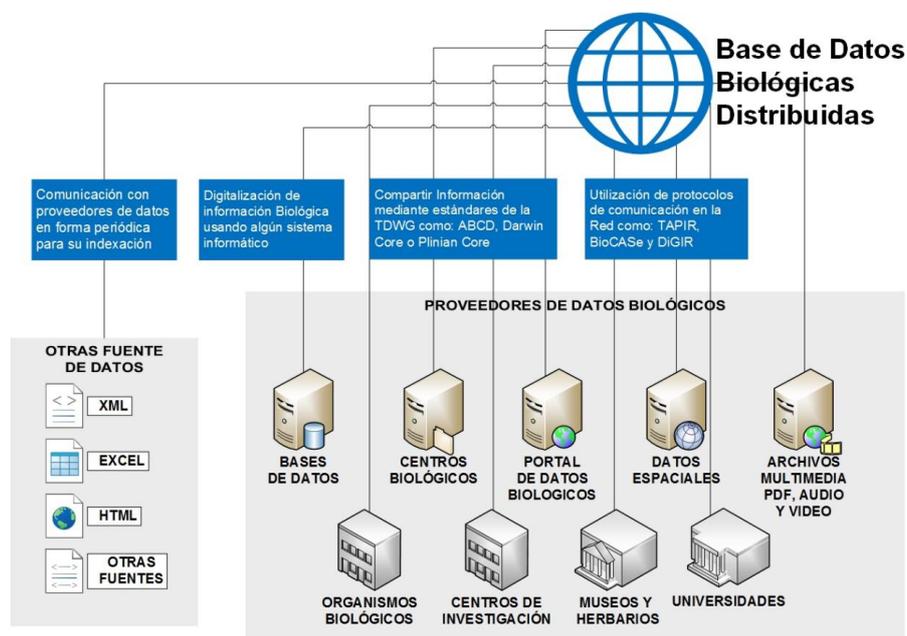
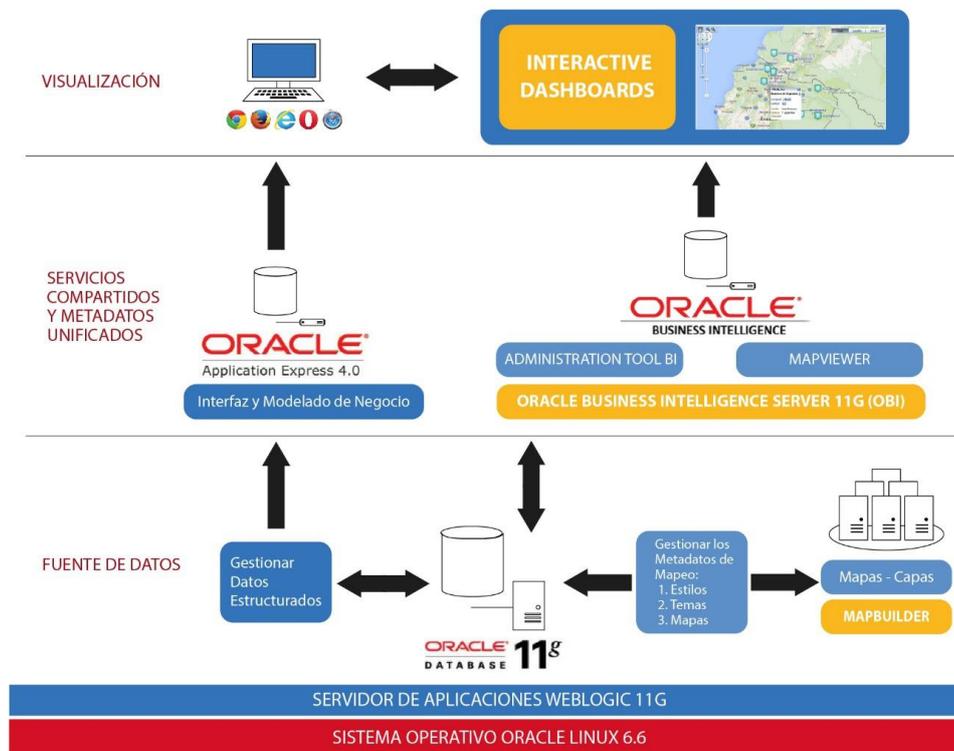


Figura 1. Esquema macro de la integración de agentes inetrnos y externos en la plataforma tecnológica.

Bajo este contexto para la investigación e implementación de la plataforma tecnológica se tomó como línea base datos biológicos basados en su contenido construyendo un repositorio de datos estructurales primarios sometidos por la comunidad científica, esta base de datos es fundamentales para la construcción de un sistema de información biológica en la zona norte del Ecuador.

### 3 TIC aplicadas al proyecto

Para el desarrollo del SIGBIO, se realizó un conversatorio previo con los técnicos involucrados del Área de Gestión Web (AGWEB) de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (DDTI) de la UTN y el equipo de investigación de la FICAYA, donde se acordó aprovechar los recursos existentes y la infraestructura actual que mantiene la UTN como base tecnológica para diseñar la siguiente arquitectura tecnológica:



**Figura 2.** Arquitectura Tecnológica de la plataforma Web para la gestión de datos biológicos primarios.

Identificación Taxonómico

Reino: Plantae

Orden: Lamiales

\* Familia: Acanthaceae

Género: Razisea

Especie: A. chaponensis Leonard

Nombre Común:

Categoría Muestra: Ninguna

Observaciones: Ninguna

Observaciones Identificador:

Estado: I

Figura 3. Módulo de Gestión biológica ingreso de información taxonómica en la plataforma tecnológica Web para la gestión de datos biológicos primarios.

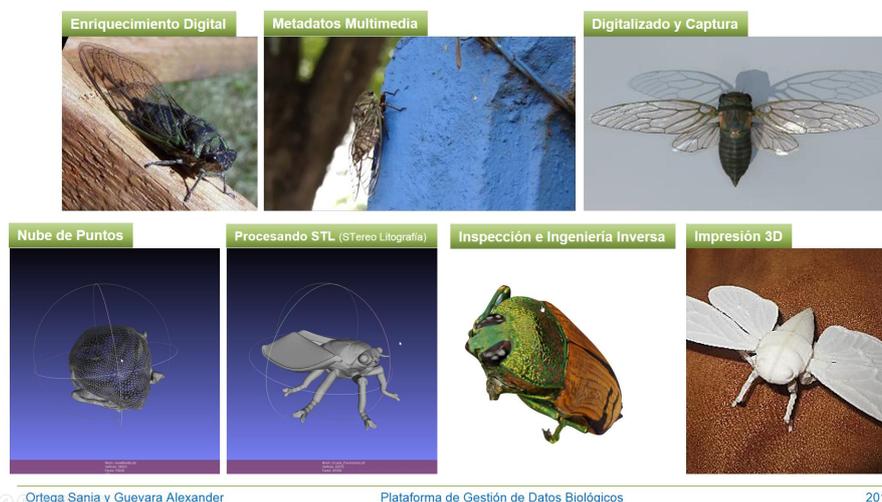


Figura 4. Enriquecimiento digital en el módulo de Gestión biológica visualizados en la plataforma tecnológica Web para la gestión de datos biológicos primarios.

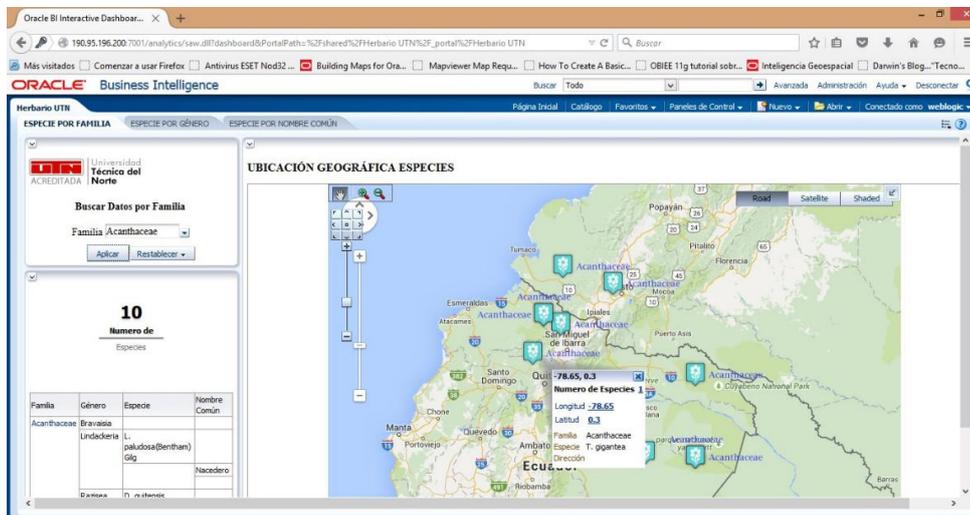


Figura 5. Módulo de GIS de la plataforma tecnológica Web para la gestión de datos biológicos primarios.

## 4 Resultados

Uno de los resultados principales fue la creación de un mapa de procesos para la gestión de datos biológicos en los laboratorios de investigación biológica y ambiental de la FICAYA de la UTN, definiendo una jerarquía de procesos y procedimiento orientados a los esquemas institucionales.

Al implementar la plataforma tecnológica Web se pudo mejorar la gestión de datos biológicos primarios lo que permitió el intercambio de conocimientos, el enriquecimiento de la base de datos y el diálogo de saberes sobre el bioconocimiento; aumentó notablemente la centralización de la información, facilitando el registro y publicación de los datos en tiempo real y de acceso abierto beneficiando a la sociedad en general.

Incrementó la divulgación de la información biológica para dar a conocer la importancia que tiene el conocimiento de la diversidad de la flora, fauna y microorganismos a nivel nacional y sus valores científicos y económicos para los investigadores, docentes, estudiantes y público en general.

Fomentó la implementación de procesos estandarizados en todo el ciclo de vida para la gestión de los datos biológicos.

Automatizó el proceso de etiquetación del material biológico y generación de sus respectivas etiquetas (código de barras y/o códigos QR).

Almacena la información del material biológico en la base de datos de la plataforma WEB mismo que se mapean con los términos de DwC como estándar y así compartir y ser consultadas simultáneamente con otros recursos de información sobre biodiversidad.

Obtención de información de datos biológicos sobre especímenes recolectados: catálogos, colecciones, especies y etnobiología.

## **5 Alianzas y redes de colaboración**

El desarrollo de esta investigación permitió establecer alianzas estratégicas entre la UTN y Red de Investigación en Biodiversidad del Ecuador (RIBIODE) constituida y registrada el 14 de noviembre de 2014 con resolución CRCPEZ1-S07 N°. 003-14 a cargo del Comité Regional consultivo de Planificación de la Educación Superior Zona 1 del Ecuador, con el fin de garantizar el libre acceso a la información no solo de la universidad sino de todos los institutos de investigación biológica involucrados en la gestión y conservación de la Biodiversidad.

Un acercamiento preliminar entre la Universidad Regional Amazónica (IKIAM) y el Instituto Nacional de Biodiversidad del Ecuador (INABIO) ha permitido la divulgación de esta investigación y futuras alianzas para el intercambio y la gestión de los datos biológicos a nivel Nacional (Múltiples gestores en un solo sistema.).

## **6 Experiencias aprendidas**

Casa adentro la multidisciplinariedad permitió el trabajo conjunto entre la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (DDTI) de la UTN y el equipo de investigación de la FICAYA, juntos fusionaron sus conocimientos para la creación de un sistema para la gestión de datos biológicos primarios, sino también para la esquematización de procesos y seguimiento del ciclo de vida de los datos.

Un aspecto importante para engrandecer un proceso es la divulgación de las investigaciones y el entendimiento entre los investigadores involucrados en el proceso, con los líderes que gestionan políticas, normas y reglamentos. El Ecuador es un país Megadiverso, pero no cuenta con un sistema eficiente para gestionar sus datos. Aunar esfuerzos y establecer alianzas para compartir el conocimiento es la única opción para lograr la gestión adecuada.

## **SESIÓN ARTE Y CULTURA**

## Espacios de creación audiovisual colaborativa en red

Mario H. Valencia<sup>a,c,d</sup>, Juan Pablo Cáceres<sup>b</sup>

a Profesor Asociado Universidad de Caldas.

mario.valencia@ucaldas.edu.co

b PhD in Computer-based Music Theory and Acoustics

jcaceres@ccrma.stanford.edu

c Laboratorio de Sonido Háptica y Control - SENSOR

sensorlab@ucaldas.edu.co - www.sensorlab.co

d Grupo de Investigación en Diseño y Cognición en Entornos Visuales y Virtuales  
DICOVI

<http://scienti.colciencias.gov.co:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000001233>

### Introducción

Una común y simplista visión del concepto de creación telemática es la usada para denotar trabajos centrados en creaciones distribuidas en vivo que, en gran medida, imitan las prácticas convencionales como conciertos y puestas en escena. Estos eventos suelen incluir grupos compuestos por los artistas e intérpretes en dos o más lugares físicos conectados a través de redes de banda ancha que retransmiten el audio y el video en tiempo real, o por lo menos con tiempos de latencia muy bajos, de esta forma los creadores e intérpretes son capaces de participar con otros en performance de colaboración distribuida, lo ideal es que este formato permita interacciones del conjunto de forma transparente (Barbosa & Kaltenbrunner, 2002). La tecnología para facilitar estas actuaciones se deriva de los sistemas de trabajo colaborativo (CSWC)<sup>7</sup> apoyado por computadora y tienen la apariencia de las configuraciones típicas de videoconferencia, sin embargo, la percepción de un sentido de presencia en un verdadero performance telemático, requiere un alto grado de fidelidad que se extiende más allá de los sistemas comunes de telecomunicaciones y aborda paradigmas que relacionan la emoción con la cognición (Kirk, Rodden, & Fraser, 2007).

---

<sup>7</sup> El trabajo cooperativo asistido por ordenador (CSCW) consiste en el uso y apropiación de herramientas y tecnologías que soporta un grupo de personas que trabajan en proyectos con software en diferentes sitios. Se basa en el principio de coordinación de grupos y actividades de colaboración apoyados a través de los sistemas informáticos. Un punto de vista centrado en la tecnología hace hincapié en el diseño de la tecnología informática para apoyar a los grupos que trabajan juntos. Otro punto de vista centrado en el trabajo, hace hincapié en el diseño de sistemas informáticos para apoyar el trabajo en grupo. Las 10 dimensiones principales inherentes a CSCW son: Tiempo, espacio, estilo de interacción, el tamaño del grupo, Infraestructura, Contexto, Privacidad, la movilidad Colaboradora, extensibilidad y la selección de participantes. Estas dimensiones proporcionan un rico espacio de diseño a través del cual navegan los diseñadores y desarrolladores de una CSCW. Una intervención cara a cara incluye pizarras digitales, sistemas de reunión electrónica, artículos de sala y mesas compartidas. Una interacción remota incluye sistemas de videoconferencia, de trabajo en grupo en tiempo real y de reunión electrónica. (Hewett, 1992).

En este documento se presentarán algunas de las experiencias realizadas en la construcción de espacios de creación y performance telemático, que hacen parte de los prototipos desarrollados, de la investigación “entornos telemáticos de creación sonora & visual” que se viene desarrollando desde 2014 como trabajo de investigación en el programa del Doctorado en Diseño de la Universidad de Caldas.

## **Interfaces centradas en el usuario aplicadas a Performances en Red**

Básicamente, un performance en red sirve para ampliar, a nivel global, el medio ambiente generando un "Espacio activo" conformado por los artistas y el lugar de reunión para los participantes y la audiencia. Espacio activo es un concepto iniciado por el video-artista en computador, John Crawford, refiriéndose a un entorno de computadoras, “un espacio donde hay influencia mutua o la colaboración entre personas y máquinas” (Crawford , 2005)

Rápidamente se evidencia que cambiar nuestras perspectivas desde el campo de la videoconferencia tradicional hasta el rendimiento musical de la red es todo un desafío. Los gestos semióticos no están tan claramente definidos y comprendidos en la interpretación musical como en el contexto de las situaciones sociales. Los músicos, esperan poder moverse libremente para actuar de manera expresiva, aunque las nociones de privacidad e inclusión selectiva son parte integrante de la mayoría de las interacciones audiovisuales y musicales, sus equivalentes directos en el contexto del performance audiovisual y musical son menos evidentes. Adicionalmente el diseño de interfaces para ambientes de performances distribuidos en la mayoría de los casos se ha circunscrito a la elección de los controles proporcionados por los nuevos sistemas musicales, que puede ser a menudo una simple cuestión de preferencia personal. Así, ¿hasta qué punto podríamos determinar con éxito a priori los tipos de interacciones que los músicos encontrarían deseables dentro de un contexto distribuido?

Con el fin de explorar estos desafíos y sus implicaciones, decidimos emprender el diseño de sistemas y prototipos que buscaban aumentar el rendimiento distribuido desde una perspectiva impulsada por el usuario. Para reducir el alcance de nuestra tarea, comenzamos con un esbozo de metas de alto nivel que creíamos que nuestro sistema debía satisfacer idealmente. A saber, estos objetivos son:

- Adicionar elementos expresivos e interactivos que permitan representar algunos de las características básicas de los performances no distribuidos, aumentando así el nivel de interacción entre los ejecutantes.

- Proporcionar plataformas e interfaces para explorar nuevos paradigmas de interacción en el contexto distribuido.
- Ofrecer a los músicos retroalimentación de datos y visual adicional a la información sonora y de video generalmente entregada en este tipo de performances.
- Diseñar los escenarios y entornos para los performances como un elemento más de la creación artística colectiva.
- Explorar las ventajas y cualidades únicas que los entornos distribuidos le ofrecen a las performances en red.

Además, para orientar mejor el diseño de las interfaces, sus funciones y controles, se planteo que estos diseños deberían ser:

- Diseñados con un enfoque en los músicos e interpretes a través de técnicas centradas en el usuario
- Basados en la información generada por los interpretes y analizada por medio de la interfaz como un elemento más de la obra creativa.
- Buscara trabajar en elementos claros de interacción.
- Fácil de aprender y recordar.

Las orientaciones y categorías anteriores nos permitieron proponer prototipos que abordaban características como la exploración de las Instalaciones Interactivas, la naturaleza colaborativa de las Redes Musicales Interconectadas y las características de fluidez de los entornos de respuesta en el contexto del desempeño distribuido, los prototipos resultantes fueron los desarrollos tempranos que permitieron consolidar y entender las categorías principales en el proceso de desarrollo de interfaces en ambientes de creación sonora y visual telemática.

## **Prototipos Tempranos**

A continuación se expondrán algunas de estas actividades performáticas estas son obras planteadas expresamente para evaluar algunas de las hipótesis presentadas en su momento relativas a la construcción de espacios telemáticos y las amplias relaciones que se extienden en la creación de las mismas, estas obras, de carácter colaborativo, permitieron plantear preguntas y evaluar, a partir de la práctica, tanto dudas como conceptos y reflexiones que aparecieron al momento de embarcarse en este campo de la creación audiovisual performativa distribuida, hipótesis sobre la sincronía, la exploración de partituras para estos ambientes, modelos de representación local y remota, diseño de escenarios telemáticos y ensamble de los colectivos, fueron algunas de las temáticas abordadas en la construcción de estas propuesta tempranas.

**PT1 – eJam telemático:** El primer prototipo fue realizado para el segundo encuentro Internacional de artes y cultura en red ARCURED, en la ciudad de Barranquilla. Para este evento se plateo, la realización de un Jam Telemático en Colombia. que involucrara sonido e imagen, para este performance se contó con las ciudades de Cali, Manizales y Barranquilla, siendo Barranquilla el punto central del performance. Desde Cali en la Universidad de Icesi se hizo control de imagen a partir de una aplicación de processing que generaba imágenes a partir del sonido y de algunos elementos de control, en Barranquilla se generaron imágenes con un aplicación desarrollada en Max que, a partir del las características de audio de la mezcla total, generaba imágenes automáticas a partir de un análisis simple de fourier. El sonido se creo entre Barranquilla y Manizales, desde Manizales, en el laboratorio Sensor se creo la linea rítmica y desde Barranquilla, en la universidad del Atlántico se interpreto el Piano por parte de Juan Reyes.



Figura 1 Imágenes Concierto eJAM telemático - Arcured 2013

**PT2 – Circuit:** Propuestas especialmente para el festival internacional de la imagen, esta obra plantea la creación de un performance audio-visual basado en estructuras de improvisación planteadas a partir del concepto de conjuntos, aplicados a la estructura sonora que es interpretada acústicamente desde diferentes puntos (Manizales Colombia, Irvine USA), estos se integran como circuitos independientes pero interconectados entre si. En lo visual se propone un elemento tridimensional, Desarrollado en MAX, que interactúa con el sonido, a partir de un mapeo de frecuencia y amplitudes que “improvisan” el movimiento y características del objeto gráfico. En cuanto a la interacción, las estructuras sonoras dan los parámetros interpretativos que se relacionan entre si como circuitos independientes que

se interconectan gracias a la interacción entre los intérpretes y la relación generada con la pieza visual, a su vez la temporalidad y las masas sonoras producen cambios en la iluminación, con una aplicación DMX, que a su vez genera puntos de inflexión en la obra por parte de los intérpretes, pues indica que el circuito debe cambiar.

Score

Circuit

Héctor Fabio Torres C.

Percussion

Acoustic Guitar

Electric Bass

Violin

*mf*

*ad lib.*

30°

*mf*

*ad lib.*

30°

*mf*

*ad lib.*

30°

Figura 2 Imagen Escenario y fragmento partitura Circuit - Héctor F. Torres - Festival Internacional de la Imagen - TEA1 - 2014

**PT3 – Distancia:** Performance telemático inspirado en el concepto de distancia, entendido como el espacio-tiempo que se da entre las relaciones personales emergentes en los actos creativos audio + visuales, estas distancias, generadas, en este caso entre varias ciudades de Colombia (Cali, Medellín y Manizales), posibilitan diálogos, encuentros y desencuentros visuales y sonoros que permiten la propuesta de masas visuales y sonoras que evolucionan gracias a un diálogo controlado entre los intérpretes visuales y sonoros. La interpretación se da gracias a la relación dada entre músicos y artistas visuales que interactúan entre sí, estas interrelaciones se ven marcadas gracias a un aplicativo de análisis de datos, desarrollado en Processing, que además de servir como línea de sincronía indica a cada punto participante cual debe ser su interpretación tanto desde lo sonoro como lo visual, los intérpretes deben seguir las ideas propuestas en la aplicación en los diferentes momentos e interpretar las imágenes circulares que proponen como debe ser la participación de cada punto, para lograrlo la obra se divide en varios momentos que establecen los diferentes diálogos entre los intérpretes.

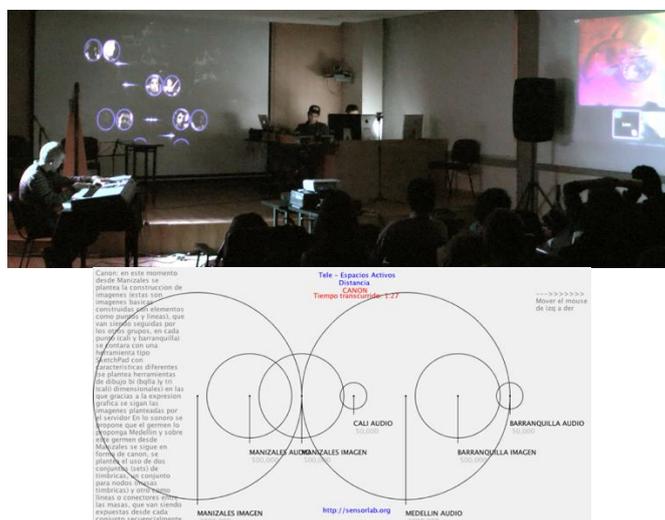


Figura 3 Imagen Concierto y partitura de la obra Distancia - Mario Valencia

**PT4 Tele Espacios Abiertos:** Obra para visuales, y tazón tibetano que canta, a partir de una banda sonora generada con síntesis de audio por modelos físicos. Entre Stanford, Sao Pablo y Manizales. En lo visual, al fundir una imagen fotográfica sobre otra, la obra hace referencia al paso del tiempo, siguiendo el recorrido del viajero hacia un horizonte vacío. Los sonidos de los tazones que cantan son largos en duración y se difunden entre cuatro altavoces independientes. Cada intérprete debe escuchar el canto de los tazones, buscando matices y texturas que producen mezclas interesantes. Para esto se deja que el canto aparezca y se acople al sonido. Resonancias y batidos agregan matices a la sonoridad de toda la obra. En el caso del piano (Stanford), clusters y motivos cortos producen mezclas que contrastan con los tazones. Igualmente con la guitarra y voces (Sao Pablo), el violín o el arpa (Manizales) se generan trazos y combinaciones en contrapunto a la banda sonora.



Figura 4 Concierto Espacios Abiertos en World Teleconcert 2014

**PT5 - Membrana Telemática - Instalación multicanal:** Membrana es una Instalación en la cual confluyen cuatro puntos remotos (Barcelona, Oporto, La isla de La Plata, Manizales) en un espacio de creación colectiva conformado por proyecciones que representan cada uno de las ciudades. Las pantallas se disponen de forma laberíntica, lo cual permite recorrer cada espacio remoto y un sistema multifocal sonoro que permite espacializar dentro del recinto las sonoridades recibidas de cada punto. La instalación tiene dos tipos de comportamientos, el ensamble performático que son momentos específicos en los cuales los intérpretes se encuentran y desarrollan un ensamble colectivo audiovisual basado en técnicas de improvisación, el otro momento son los paisajes audiovisuales recreando un entorno distribuido de proyecciones visuales y sonoridades multi-tímbricas que plantean la recreación de paisajes de cada una de las ciudades participantes.



Figura 5 Imágenes instalación Membrana Telemática - Mario Valencia, Christian Lizarralde

## A modo de Conclusiones

La música es un área de aplicación particularmente desafiante para HCI. La naturaleza del performance nos obliga a reevaluar nuestras definiciones de objetivos y tareas de los usuarios, y pide paradigmas de entrada y salida no tradicionales. De hecho, como diseñadores de sistemas, estamos preparados para observar, aprender un poco y trabajar de cerca con un usuario único como el músico. Por lo tanto, esperábamos que, en última instancia, las lecciones podrían extraerse de nuestros esfuerzos, y que a su vez podría ser de utilidad tanto para el HCI como las comunidades de tecnología de la música.

## Bibliografía

1. Crawford , J. (2005). Active space: embodied media in performance. (B. Juan , Ed.) SIGGRAPH '05 ACM SIGGRAPH .
2. Barbosa, A., & Kaltенbrunner, M. (2002). Public Sound Objects: A Shared Musical Space on the Web. Proceedings Second International Conference on WEB Delivering of Music. WEDELMUSIC 2002 (pp. 9 - 16). Barcelona: IEEE Computer Society Press.
3. Ishii, H. (1990). Workspace, TeamWorkStation: Towards a Seamless Shared. CSCW '90 Proceedings of the 1990 ACM conference on Computer-supported cooperative work (pp. 13-26). Los Angeles: ACM.
4. Kirk, D., Rodden, T., & Fraser, D. (2007). Turn It This Way: Grounding Collaborative Action with Remote Gestures. Proceeding CHI '07 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1039-1048). New York: ACM.



## **Para além de uma década de Arte em Rede pelo GPPOÉTICA: novas configurações artísticas, estéticas, metodológicas e tecnológicas.**

Dra. Ivani Santana

Instituto de Humanidades, Artes e Ciências Prof. Milton Santos  
Programa de Pós Graduação em Artes Cênicas  
Universidade Federal da Bahia

Resumo: Este artigo retrata os pontos principais da trajetória do Grupo de Pesquisa Poéticas Tecnológicas: corpoaudiovisual (GPPOÉTICA) nas pesquisas em Dança Telemática para demonstrar o benefício da resistência (e persistência) em experimentos interdisciplinares criados nas e para as redes avançadas de telecomunicação. Tais investigações propiciaram o desenvolvimento dessa configuração artística referente aos aspectos tecnológicos, estéticos e metodológicos, como também propiciaram uma grande difusão da dança telemática pelo mundo, demonstrando assim um grande potencial para a inovação. Percebe-se que essas configurações poderiam ser caracterizadas como spin-off dos projetos já consolidados no campo da dança com mediação tecnológica, da mesma forma que continuaram derivando resultados tecnológicos como a ferramenta computacional Arthron e Telecorpo. A partir dos projetos de dança telemática desenvolvidos pelo GPPOÉTICA, será abordada a importância das demandas surgidas nesses processos, uma vez que tanto o uso da rede - com seus mecanismos e interfaces -, como os artistas envolvidos - bailarinos, músicos, mídia-artistas, diretores de fotografia, iluminadores, cenógrafos, etc.- precisaram reestabelecer suas ações e procedimentos para o sucesso da proposição. Dessa forma, tais demandas foram responsáveis pelo desenvolvimento de questões técnicas da rede como delay, transmissão de dados em alta resolução, "chaveamento" de dados, etc., como também foi de grande importância na capacitação ou recapacitação dos profissionais envolvidos. Além disso, possibilitou novas noções de presença, de interatividade e de estética, dentre outros conceitos. Essas pesquisas foram publicadas em diversos periódicos e trabalhos acadêmicos, e apresentadas em vários congressos por todo o mundo, auxiliando na difusão e na documentação das investigações, suas experiências e seus resultados.

**Palavras-chave:** Telemática, Dança, Rede, Interdisciplinaridade, Inovação

Abstract: This article presents the main points of the investigations of Technological Poetics Research Group (GPPOÉTICA) on Telematic Dance to prove the benefit of resistance (and persistence) in interdisciplinary experiments created in and for advanced telecommunication networks. These investigations led to the development of this artistic configuration related to technological, aesthetic and methodological aspects, but also provided a great diffusion of the telematic dance around the world, thus demonstrating a great potential for innovation. It can be seen that these configurations could be characterized as spin-off of projects already consolidated in the field of dance with technological mediation, in the same way that technological results such as the computational tool Arthron and Telecorpo have continued to derive.

From the telematic dance projects developed by GPPOÉTICA, the importance of the demands arising from these processes will be addressed, since both the use of the network - with its mechanisms and interfaces - and the artists involved - dancers, musicians, media-artists, directors of photography, illuminators, set designers, etc. - needed to reestablish their actions and procedures for the success of the proposition. Thus, these demands were responsible for the development of technical issues of the network such as delay, data transmission in high-resolution, data "switching", etc., but it was also of great importance in the training or retraining of the professionals involved. In addition, it enabled new notions of presence, interactivity and aesthetics, among other concepts. These researches have been published in several periodicals and academic papers, and presented at various congresses around the world, helping to disseminate and document the investigations, their experiences and their results.

**Keywords:** Telematics, Dance, Network, Interdisciplinarity, Innovation

O Grupo de Pesquisa Poéticas Tecnológicas: corpoaudiovisual (GPPOÉTICA) foi responsável por inaugurar a Rede Ipê em 2005 com a apresentação do espetáculo de dança telemática "Versus", realizado entre três cidades brasileiras: Salvador, Brasília e João Pessoa. Com esse feito, a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), promotora desse evento, equiparava o Brasil com as redes avançadas daquela época existente nos países desenvolvidos como a Internet 2 dos Estados Unidos e Géant da Europa. Para a criação de "Versus", a RNP deu suporte para artistas de várias linguagens e engenheiros de rede e de computação, formando assim um grupo interdisciplinar promissor que perdurou nessa pesquisa por muitos anos. Esse é o caso principalmente da cooperação entre o GPPOÉTICA, coordenado por mim, e do LAVID, Laboratório de Vídeo Digital, coordenado pelo Dr. Guido Lemos da Universidade Federal da Paraíba. Nos anos de 2009 e 2010, a RNP continuou apoiando essa parceria através do Grupo de Trabalho em Mídias Digitais e Artes (GTMDA), o qual resultou na criação da ferramenta computacional ARTHRON e no espetáculo "e\_Pormundos Afeto". Essa obra foi realizada entre Brasil e Espanha, estabelecendo assim uma eficaz parceria em projetos dessa natureza entre as instituições envolvidas, a saber, RNP, RedClara e Fi2Cat, dentre outras. Nos anos seguintes, o GPPOÉTICA seguiu com novos projetos com o apoio e mediação da RNP e, além desses dois grupos de pesquisa, outros núcleos de pesquisadores e artistas foram beneficiados com os experimentos artísticos realizados como será abordado mais adiante. Consequentemente, fomos responsáveis por transferir o conhecimento e um modo de fazer nesse campo, levando aos outros grupos a metodologia, as configurações estéticas e as tecnologias que estávamos produzindo no Brasil.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> As obras mencionadas neste artigo estão disponíveis no site [ivanisantana.net](http://ivanisantana.net).



**Figura 1:** “Versus” (2005) Salvador, Brasília, João Pessoa. Ivani Santana / GPPOÉTICA. Foto: arquivo RNP.

### **Breve contextualização**

Possivelmente, essa trajetória ocorreu como um spin-off da pesquisa que desenvolvo no campo da dança com mediação tecnológica desde a década de 90. Nos meus projetos, a tecnologia foi sempre explorada (e muitas vezes subvertida) para poder potencializar o processo perceptivo dos artistas envolvidos ou do público que frui a obra. Descrevo dois breves exemplos: a) “...entremeios...” (1998) dançamos dentro de uma esfera plástica transparente e imagens foram captadas em tempo real através de uma micro-câmera anexada no interior do recipiente; essas imagens foram projetadas em um grande muro sobrepostas aos vídeos gravados naquele mesmo local no período de sua construção (figura 2); b) o espetáculo “Corpo Aberto” (2001) buscava várias inversões da noção de perspectiva proposta pelo palco italiano: eu dancei com a sobreposição da imagem no eixo vertical e no

horizontal; através de duas micro-câmeras anexadas ao corpo (olho e mão) que produziam imagens inusitadas do “interior” da obra; o corpo foi confrontado com o avatar do software com qual a dança foi criada. Interagir com uma imagem virtual já era uma das formas que utiliza a tecnologia, e esse já era o princípio com o qual desenvolveria os meus projetos em telemática.

Minha experiência com a Arte em Rede ocorreu muito antes da criação do GPPOÉTICA. Em 2001, durante meu período de doutoramento nos Estados Unidos, na Ohio State University, tive a oportunidade de participar da ADaPT - The Association for Dance and Performance Telematics, naquela época, uma reunião mensal entre cinco universidades estadunidenses através da Internet<sup>2</sup>. Minha primeira impressão dos encontros distribuídos era de uma sub-utilização da telecomunicação, limitando-a como se fosse uma tecnologia para comunicação de massa. Portanto, quando tive a oportunidade de criar “Versus”, em 2005, minha preocupação era explorar as possibilidades de interação entre os dançarinos, como está demonstrado na figura 1. Mas, antes desse episódio, em 2002, fui selecionada como uma das 5 criadoras contempladas no Ateliê de Coreógrafos. Nesse evento criei “Pele” (2002), obra que já continha os princípios desejados para minha proposta em telemática.<sup>9</sup>



Figura 2: “...entremeios...” (1998) Sesc Santo Amaro, São Paulo. Foto: arquivo pessoal.

<sup>9</sup> Sobre a obra Pele (2002) ver: Santana, Ivani. Dança na Cultura Digital, Salvador:EDUFBA, 2006. Disponível em <http://static.scielo.org/scielobooks/zn6c5/pdf/santana-9788523209056.pdf>

## **Pontos relevantes para a articulação Arte & Rede**

Vários projetos foram criados com o GPPOÉTICA desde 2005, contando com parceiros nacionais e internacionais. Abaixo destacamos os pontos que foram importantes nessa trajetória, procurando exemplificá-los, sempre que necessário, com a descrição de alguma das pesquisas e experimentações realizadas ao longo desse tempo.

### **1. Desenvolvimento de metodologias, possibilidades estéticas e tecnológicas no campo da dança telemática.**

Como não foi encontrada nenhuma referência bibliográfica ou qualquer tipo de documentação sobre processos criativos em dança telemática, resolvi iniciar minhas pesquisas a partir dos conhecimentos que já possuía com a dança com mediação tecnológica, tais como: relação câmera/bailarino para criação de linguagem audiovisual; cenografia estruturada na relação multimídia; composição cênica e imagética. Adaptei o formato de storyboard utilizado para o desenvolvimento de filmes para um roteiro mais amplo que contemplava os vários pontos de presença facilitando assim a operacionalização da obra tanto para os engenheiros e técnicos como para os artistas. Esse “storyboard” expandido tornou-se uma das bases da ferramenta computacional Arthron como será explicado mais abaixo. Para o processo metodológico, também foi necessário pensar como compartilhar a condução criativa com os outros artistas. Para isso, desenvolvi um procedimento organizado por encontros distintos e divididos em fase, sendo a primeira com reuniões específicas da parte artística para definição dos conceitos, estética e metáforas, e outra para reunião técnica, na qual são delimitadas as possibilidades e ferramentas tecnológicas. Na segunda fase, tais definições eram testados localmente. A última fase, a terceira, começavam os ensaios distribuídos até o momento de montagem no espaço cênico final e apresentação.

### **2. Transferência de conhecimento da criação e execução de um projeto de dança telemática (conceito, estética, tecnologia, metodologia).**

Todos os projetos realizados pelo GPPOÉTICA propiciaram o aprendizado de um grupo parceiro. Nesse sentido, podemos destacar o grupo catalão Konic Thtr, um dos pioneiros no campo da dança com mediação tecnológica mas que jamais haviam trabalhado com telemática. Quando fomos contemplados pela RNP com o GTMDA, convidamos o grupo espanhol para participar do espetáculo “e\_Pormundos Afeto” (2009, 2010, 2011). Não apenas os artistas foram capacitados para o projeto, como também técnicos e engenheiros da i2Cat.

Um outro fator de impacto foi a realização do “e\_Pormundos Afeto” (2010) na Argentina, sendo o primeiro espetáculo de dança telemática realizado naquele país. A demanda para a InnovaRed foi bastante alta para aquela

época, alertando os gestores da necessidade de uma rede mais avançada e com pontos em espaços culturais.

O mesmo ocorreu com o projeto “Embodied in varios Darmstadt 58” (EVD58), realizado em 2013 mais uma com o Konic Thtr e com a equipe mexicana da coreógrafa e mestre em Artes Rebeca Sanchez, e em 2014, contamos com as equipes do Dr. Daniel Tércio (Faculdade de Motricidade Humana, Portugal) e do músico Dr. Rolando Cori (Universidade de Santiago do Chile).

Um último e excelente exemplo pode ser dado com o projeto “Laboratorim de Arte Telemática MAPAD2” que, através de chamada pública, reuniu 7 grupos de pesquisa brasileiros que atuavam em dupla, ou seja, um grupo de pesquisa artístico e outro tecnológico. O coletivo ficou então formado com os seguintes grupos: Grupo de Pesquisa Poéticas Tecnológicas (GP Poética) em parceria com a equipe do professor Celso Saibel do Departamento de Computação da Universidade Federal da Bahia; Laboratório de Poéticas Cênicas e Audiovisuais (LPCA) da Universidade Federal do Ceará, com profissionais do Departamento de Computação da mesma instituição; e do Núcleo de Arte e Novos Organismos (NANO), da Universidade Federal do Rio de Janeiro com a colaboração do Grupo Telemídia da PUC Rio, e o LAVID como suporte técnico para todos.

### **3. Inovação tecnológica e reverberação em outras áreas do conhecimento.**

Durante o GTMDA desenvolvemos a ferramenta computacional Arthron que foi utilizada na grande maioria dos espetáculos realizados desde sua concepção. Essa continuidade no processo possibilitou fossem verificadas as falhas na ferramenta as quais eram aperfeiçoadas pelo LAVID, e também provocou novas demandas dando oportunidade assim para o desenvolvimento do Arthron.

O êxito inicial da ferramenta fez com que fosse testada no campo da telemedicina.

Importante enfatizar que os projetos artísticos difundiram e introduziram a utilização do Arthron por vários grupos espalhados pelo Brasil e pelo mundo.

Para a última apresentação do projeto EVD58 (2014) com o espetáculo “Personare”, realizados entre Brazil, Portugal e Chile, um graduando membro do GPPOÉTICA desenvolveu a ferramenta Telecorpo.

### **4. As experiências adquiridas quanto a formação de equipe, estratégias de colaboração.**

Conforme mencionado o “Laboratorim de Dança Telemática MAPA D2” (2011) foi desenvolvido por sete grupos de pesquisa articulando artistas e engenheiros. A partir da experiência que eu havia obtido após seis anos de pesquisas contínuas nesse campo, percebi que era preciso trabalhar com grupos interdisciplinares desde o início do processo, pois não se tratava das

funções já estabelecidas de “usuário” (neste caso o artista) e “desenvolvedor” (os engenheiros e técnicos). O aprendizado ocorria de forma contínua e no próprio ato de execução da obra. Por essa razão, para a inscrição, os grupos de pesquisa artística já tinham que indicar um outro tecnológico. O projeto teve uma duração de dez meses e, além das fases e estratégias metodológicas (item 1), contou com outras atividades como OpenLabs e encontros presenciais na cidade de cada equipe. Sendo assim, essa conjugação do remoto com o presencial criou vínculos mais efetivos entre os membros dos grupos e potencializou o trabalho, aspectos como identificação e confiança tornaram-se laços entre os coletivos. É preciso aprender a “falar com a linguagem do outro”, uma vez que são campos distintos do conhecimento. A participação de várias linguagens artísticas foi um outro diferencial positivo e estimulante desse projeto, fazendo com que novas demandas fossem geradas.

O projeto EVD58 contou com um processo de trabalho similar ao “Laboratorium”, entretanto realizado em um período mais curto e entre grupos internacionais como já informado. A possibilidade de realizar o projeto em anos consecutivos, com a mesma temática e praticamente a mesma configuração artística tecnológica, mas com grupos diferentes, foi uma oportunidade significativa para perceber lacunas, criar novas demandas, corrigir erros percebidos e avaliados, e assim por diante.

#### **5. Redes avançadas utilizadas nos projetos artísticos mencionados.**

- “Versus” (2005): Rede Ipê / RNP
- GTMDA / “e\_Pormundos Afeto” (2009, 2010, 2011): RNP, Rede Clara, Terena / i2Cat, InovaRed;
- “Laboratório de Arte Telemática MAPAD2” / “Fragil”: RNP (PoPs: Fortaleza, Salvador, João Pessoa, Rio de Janeiro)
- EVD58 (2013): RNP, Rede Clara, Terena / i2Cat, CUDI (Mexico)
- EVD58 / Personare (2014): RNP, RedCLARA, Rede TIC / FTC, RUTE
- Cyberperformances: RNP, RedCLARA Géant, Terena / i2Cat, APAN

#### **6. Difusão do conhecimento através de publicações (artigos e produções acadêmicas).**

A edição número 2 de 2015 da Revista Eletrônica Mapa e Programa de Dança Digital - Revista MapaD2 - , bilingüe, foi totalmente dedicada aos 10 anos de investigação e criação no campo da Arte em Rede. Uma grande parte dos parceiros estabelecidos ao longo dessa trajetória colaboraram com artigos possibilitando ao leitor um amplo espectro do conjunto da obra. Artistas de várias linguagens, engenheiros e técnicos participaram dessa edição que, portanto, aborda questões de ordem conceitual, teórica, estética, artística e tecnológica. Consideramos uma produção valiosa e de fácil acesso aqueles interessados em investigar esse campo.

Dissertação de mestrado do Felipe Andre Florentino Silva, o qual desenvolveu dissertação de mestrado na UFMG sobre o tema “Música Interativa em Rede - Estratégias para Aplicação em Networked Music Performance”.

Uma série de artigos foram escritos para abordar nossas experiências e resultados no campo da Arte em Rede, os quais estão colocados logo abaixo como referência bibliográfica desse artigo.

## **Conclusão**

Uma das missões do GPPOÉTICA tem sido o desenvolvimento e a difusão do campo da Arte em Rede. Nesse artigo, chamamos atenção apenas aos pontos mais relevantes, entretanto, temos certeza de que cada projeto criado ao longo desses mais de 10 anos conta com uma série importante de conquistas e impactos na produção de conhecimento e na inovação tecnológica. Tal como a parceria com o México que, logo após e a partir da experiência com o EVD58, abriu um mestrado em dança com mediação tecnológica que possui a telemática como uma das linhas de pesquisa. Portanto, o GPPOÉTICA tem servido como um espaço de pesquisa especializado nesse campo, mantendo processos contínuos para o desenvolvimento artístico, estético e tecnológico da Arte em Rede.

## **Produção Bibliográfica da autora sobre o tema**

1. “Intersemiosis entre la danza y las imágenes visuales em movimiento”. In: Terpsícore en ceros y unos. Ensayos de videodanza, Argentina, 2010
2. “Percepções Contemporâneas. Corpos Sensíveis na Cultura Digital” In: REVISPA. SPA das ARTES RECIFE 2011.
3. Corpo-dança expandido pelos “tempos” do ciberespaço: novas dramaturgias. Z Cultural - Revista Virtual do Programa Avançado de Cultura Contemporânea, ano VIII, v1, ISSN 1980-9921. Revista Z Cultural (UFRJ). , v.8, p.5, 2012.
4. Disponível em <http://revistazcultural.pacc.ufrj.br>
5. “Configurações da dança na cultura digital: relatos sobre experimentações e reflexões da dança com mediação tecnológica”. In: Cena, corpo e dramaturgia: entre tradição e contemporaneidade. Org. A.Pereira, M. Isaacsson, W.L.Torres. RJ:Pao e Rosas, 2012, 312 p, artigo
6. Novas configurações da Dança em processos distribuídos das Redes. Plataforma Eletrônica Internacional Xanela Comunidad TecnoEscenica. Março de 2013. Artigo encomendado a convite dos curadores da revista.

7. "A ARTE DA DANÇA EM REDE: RELATO SOBRE A ORGANIZAÇÃO DRAMATÚRGICA NAS EXPERIÊNCIAS DE DANÇA TELEMÁTICA DO GRUPO DE PESQUISA POÉTICAS TECNOLÓGICAS". in: Experiências Compartilhadas em Dança: Formação de Plateia, KathyaGodoy (org.), 2013. SP:UNESP
8. "Silêncio, Ruído e presença do corpo (tele)sonoro". Revista Eletrônica MAPA D2. 2014. V1. N1, pp72-95
9. Disponível em [www.mapad2.ufba.br](http://www.mapad2.ufba.br)
10. "Networked Dance Performance: a new temporality". Liminalities: a Journal of Performance Studies. Vol 10, n2, May 2014.
11. Disponível em <http://liminalities.net/10-1/new-temporality.html>
12. "De corpo presente na dança digital distribuída em rede". In: ARJ - Art Journal. V1, n2, 2014
13. Disponível em <http://periodicos.ufrn.br/artresearchjournal/index>
14. "Percepções e afeições de um corpo telemático". In: arte\_corpo\_tecnologia. Tavares, Monica; Henno, Juliana; Damélio, Helena; Bochio, Alessandra; Antunes, Aline. São Paulo: Escola de Comunicações e Artes/ USP, 2014. ISBN 978-85-7205-122-4. pp 41-60
15. "Moist Art as telematic dance: connecting wet and dry bodies". In Technoetic Arts: A Journal of Speculative Research. Roy Ascott, Isabelle Choinière (ed.). Vol 13, Numbers 1 & 2 2015. pp. 187-201
16. Disponível em: <https://www.intellectbooks.co.uk/journals/view-Article,id=20205/>
17. "Primeiras experiências telemáticas do Grupo de Pesquisa Poéticas Tecnológicas: corpaudiovisual". Revista Eletrônica Mapa D2, V2, N2, 2015- Edição especial sobre os 10 anos de Arte em Rede pelo GP Poética - Revista Bilingue.
18. Disponível em [www.mapad2.ufba.br](http://www.mapad2.ufba.br)
19. "e\_Pormundos Afeto, uma pesquisa interdisciplinar de Arte em Rede". Revista Eletrônica Mapa D2, V2, N2, 2015- Edição especial sobre os 10 anos de Arte em Rede pelo GP Poética. Revista Bilingue
20. Disponível em [www.mapad2.ufba.br](http://www.mapad2.ufba.br)
21. "Arte em Rede: é preciso deixar-se ir com o avalanche. Estudos de um Corpo Tele-Sonoro." In: Revista Eletrônica Mapa D2, V2, N2, 2015- Edição especial sobre os 10 anos de Arte em Rede pelo GP Poética. Revista Bilingue



## Red Interdisciplinaria de Arte *Tierra de Larry*

Rolando Cori  
[rcori@uchile.cl](mailto:rcori@uchile.cl)

**Resumen:** En un contexto de aislamiento y yuxtaposición de diferentes conocimientos, el proyecto Red Interdisciplinaria de Arte Tierra de Larry, por medio de la improvisación simultánea en red, produce la síntesis de "puntos de vista" en la experiencia del "momento de escucha". Este es el resultado de la intención de escuchar y tocar en un pulso común que reemplaza el sentido del tacto en la comunicación tecnológicamente mediada.

Desde 2008 el proyecto se ha desarrollado a través de presentaciones artísticas a distancia. Para el segundo semestre 2017 se apronta una nueva etapa de trabajo en progreso en un curso de postgrado interdisciplinario.

La presentación va acompañada de registros audio visuales de conciertos en red realizados y la trayectoria del proyecto. Eventualmente, de acuerdo a disponibilidad, se podrá realizar una muestra de improvisación en red con Chile al momento de la presentación.

**Palabras clave:** arte en red, interdisciplina, improvisación en red.

### Labor realizada por la Red Interdisciplinaria de Arte *Tierra de Larry*

#### 2008:

Formación de grupo de improvisación musical electrónica *Tierra de Larry* (TDL <http://www.tierradelarry.cl/>) con académicos del Departamento de Música de la Universidad de Chile y el apoyo del Consejo Nacional de la Cultura y la Artes; el Programa de Profesores Visitantes del Dpto. de Postgrado y Postítulo y la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile. TDL realiza conciertos de música y danza en red con la Universidad de Utah, Stanford CRMA, Strasbourg, Francia y Federal de Bahía entre otras. Los conciertos han sido en presencia de público local en los puntos de red además de *streaming online*

La fortaleza de estas experiencias radica en su carácter inicial en Chile.

#### 2009:

Las primeras experiencias en Chile de improvisación musical a través de la red se realizan en enero y marzo por los Profs. Mario Mora y Rolando Cori de la U. De Chile, y el *Net & Net Collective* formado por Prof. Chris Chafe

Director del Center for Computer Research Music and Acoustics (CCRMA) de la Universidad de Stanford, Chrissy Nanou, Juan Pablo Cáceres, (Stanford), y académicos de la U. de Belfast, Irlanda del Norte.  
<http://youtu.be/hTwWRm1YJhI>

Posteriormente, ese mismo año, el grupo de improvisación musical electrónica TDL, realiza conciertos de danza y música en red con músicos y bailarines de la Universidad de Utah, EEUU. En esa oportunidad se realiza *beta testing* de una tarjeta de transmisión de audio en baja latencia directamente conectada a la red donada por la U. de Stanford.

[http://youtu.be/XCj\\_WI1gmjE](http://youtu.be/XCj_WI1gmjE)

<https://www.youtube.com/watch?v=qj6XY1AXQKc&feature=youtu.be>

#### **2010:**

Aprobación de proyecto *Grupo de Improvisación Multimedial en Red* para adquirir equipos de video-conferencia para el uso de TDL en sus conciertos de improvisación musical online.

Participación de TDL en proyecto Umbrales <https://sites.google.com/site/vivianfritzroa/> de danza y música improvisada de la coreógrafa Dr. Vivian Fritz desde la Universidad de Strasbourg. Durante estos conciertos son en presencia de público local en los puntos de red además de *streaming online*.

#### **2012:**

Beca CONICYT al responsable del proyecto para estudios de Doctorado en Filosofía m/ Estética en la U. de Chile con el fin de reflexionar sobre el arte en red. La tesis se titula "Presencia, latencia y comunión: un cuerpo para artes y ciencias en la improvisación musical en red" y fue recientemente concluida y entregada para su revisión final.

[https://www.dropbox.com/s/6lvqhuposrdrijp/carta\\_acept\\_beca.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/6lvqhuposrdrijp/carta_acept_beca.pdf?dl=0)

#### **2013:**

Inicio de conversaciones con académicos artistas de la U. del Atlántico, Colombia y U. Federal de Bahía, Brasil, en la estructuración y participación en una maestría de Arte en Red entre las tres universidades. Se discute borrador de curso transversal sobre improvisación en red entre las tres universidades.

[https://www.dropbox.com/s/bffdqbnqre7r022/curso\\_cfg\\_arte\\_e\\_interdisciplina.rtf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/bffdqbnqre7r022/curso_cfg_arte_e_interdisciplina.rtf?dl=0)

**ARCU-RED:** Participación con ponencia a distancia en II Seminario Internacional ARCU-RED 16-18 octubre 2013, Cartagena de Indias, Colombia.

[https://www.dropbox.com/s/mihts2jyg1qp4tp/Programa\\_II\\_Seminario\\_ARCU-RED3.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/mihts2jyg1qp4tp/Programa_II_Seminario_ARCU-RED3.pdf?dl=0)

#### 2014:

Aprobación de proyecto *U-Redes Domeyko II* de la U. de Chile para la compra de equipos musicales e implementación de red de alta velocidad en la sala del Centro de Creación Artística e Investigación Interdisciplinaria (CeCAII) de la Facultad de Artes de la U. de Chile.

[https://www.dropbox.com/s/ughvn21b9w0o92l/aprobacion\\_proyecto\\_u-redes.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/ughvn21b9w0o92l/aprobacion_proyecto_u-redes.pdf?dl=0)

**Personare:** 27-28/09/2014, en el Museo de Arte Contemporáneo, Quinta Normal, TDL participa en presentaciones de música, video y danza improvisada con Universidad Federal de Bahía, Brasil y Universidad de Lisboa, Portugal. Participación en proyecto del mismo nombre financiado por la Secretaria de Asuntos Culturales del Estado de Bahia, Brasil. Jefe del Proyecto: Ivani Santana. UFBA.

<http://dicrea.uchile.cl/obras/personare-2013/>

**Sincronía - Asincronía:** 04/04/2014, en la Fac. de Ciencias de la U. de Chile, TDL presenta improvisación de música y danza ante comunidad científica y posterior discusión con el fin de explorar la relación entre la improvisación artística y la labor del científico. Anfitrión: Prof. Juan Carlos Letelier, Jefe Laboratorio de Neurobiología.

[https://www.dropbox.com/s/ag0lstogia3ahm6/Informativo\\_presentacion\\_fac\\_ciencias\\_copy.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/ag0lstogia3ahm6/Informativo_presentacion_fac_ciencias_copy.pdf?dl=0)

**Experimentalia:** 12.09.2014, en el Museo de Arte Contemporáneo Parque Forestal, TDL participa en concierto en red con proyecto *Experimentalia* de Gonzalo Biffarella, con músicos de la U. Nacional de Córdoba, Argentina juntos a grupos de Uruguay y Colombia.

[https://www.dropbox.com/s/u8zmxznxfwi8rq/Experimentalia\\_12%3A09%3A14b.JPG?dl=0](https://www.dropbox.com/s/u8zmxznxfwi8rq/Experimentalia_12%3A09%3A14b.JPG?dl=0)

**ARCU-RED:** Participación con ponencia distancia en III Seminario Internacional ARCU-RED 20-22 noviembre 2014, Cartagena de Indias, Colombia.

[https://www.dropbox.com/s/kpspst270txrwux/ARCU-REDCarta\\_invitacion\\_ponencia.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/kpspst270txrwux/ARCU-REDCarta_invitacion_ponencia.pdf?dl=0)

#### 2015:

**Citygram:** 25.09.2015, en el Museo de Arte Contemporáneo Parque Forestal, TDL presenta improvisación de música y video con la U. de Córdoba, Argentina, (Prof. Gonzalo Biffarella) y proyecto *Citygram* de la Universidad de Nueva York, NYU.

<https://www.flickr.com/photos/122927147@N03/sets/72157659106371351>

*Citygram* es una presentación artística en un entorno audio-visual improvisado en red. Durante el concierto, un *streaming* de datos de paisaje sonoro, capturados por sensores remotos en Manhattan, Nueva York, se convierten en valores MIDI y se superponen a una improvisación en tiempo real entre grupos musicales conectados remotamente en Córdoba, Argentina y Santiago de Chile.

*Citygram* toma el nombre de un "proyecto interactivo a gran escala de detección del medio ambiente" iniciado en 2011 en la Universidad de Nueva York, que "se centra en la captura, mapeo y exploración de energías ambientales invisibles que convierten los espacios en lugares". El proyecto original invita a "ciudadanos-científicos, artistas, educadores y público en general a ayudar en la creación de mapas de sonido detallados que nos permitan comprender mejor nuestro entorno". <http://citygram.smusic.nyu.edu/>

NYU *Citygram* construye una plataforma de acceso interdisciplinario a los datos sonoros del ruido urbano. Nuestra versión artística tiene como objetivo construir un ambiente para enfoques científicos, humanísticos y artísticos a la interpretación de *big data* a través de la improvisación en línea. El primer resultado: a dos de nuestros colaboradores en el concierto les aceptan un *paper* acerca de la experiencia para la Sociedad Internacional de Gráficos Digitales (SiGraDi) <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/datos-sonificados-para-la-improvisacin-visual-24864> y una tesis doctoral sobre el problema estético y ético de la improvisación en línea.

#### 2016:

**Face à face:** El 18.05.2016, en dependencias de REUNA, responsable del proyecto RIA-TDL, R. Cori, participa improvisando musicalmente en presentación de danza improvisada a distancia entre alumnas de la Dra. Vivian Fritz, directora del proyecto, en la U. De Strasbourg y la bailarina Laura Leyton en Chile. También se leyó intervención en mesa redonda con académicos de esa universidad. <https://sites.google.com/site/geodanselab/face-a-face>

#### 2017:

**Geodance:** El 06.01.2017, en el Museo de Artes Contemporáneo, Parque Forestal, TDL participa en presentación de danza (Laura Leyton) y música improvisada con la U. De Strasbourg, Francia. Directora del proyecto Dra. Vivian Fritz. <https://sites.google.com/site/geodanselab/geodanse-mac> <http://vcenter.reuna.cl/videos/video/2368/>

## **Impacto de la investigación/creación desarrollada.**

La música y las artes en general experimentan crecientemente el aporte de las tecnologías y las ciencias. La improvisación musical en red ofrece formas que permiten responder la pregunta de cuál es la manera como las artes aportan a las ciencias. Durante el próximo semestre 2017 el proyecto RIA-TDL realizará en la U. de Chile un curso transversal de improvisación artística en red con ese propósito. Con ese fin se ha implementado una sala llamada Centro de Creación Artística e Investigación Interdisciplinaria (CeCAII) como acceso a redes de alta velocidad, computadores, equipo de video-conferencia, y equipos de audio y video grabación.

## **TICs empleadas en el desarrollo de la investigación y descripción del apoyo y/o aporte que ayudaron al cumplimiento del objetivo de investigación perseguido.**

Para los conciertos en red realizados por *Tierra de Larry* se han usado nuestros equipos de video conferencia. También se han usado aplicaciones *ad hoc* desarrolladas en otras universidades. Tal es el caso de la aplicación *Jacktrip* de código abierto desarrollado en Stanford. *Jacktrip* permite enviar y recibir audio sin compresión entre varias IPs públicas conectadas en red. *Jacktrip* se ha transformado en un estándar para la conexión de audio en red. <https://ccrma.stanford.edu/groups/soundwire/software/jacktrip/>

También se probó exitosamente una versión *stand alone* de Jacktrip. Consiste en una tarjeta comercial llamada *Jamlink* <https://musicianlink.com/> con entrada y salida de audio que se conecta vía Internet con un servidor que provee una interface que permite a los usuarios transmitir y recibir audio de otras tarjetas similares conectadas en red. Nuestro grupo realizó un *beta testing* de la tarjeta durante un concierto de improvisación online con la U. de Utah.

Cabe mencionar el uso de otras aplicaciones para transmitir y recibir video como *Telecorpo* desarrollado por la U. Federal de Bahía, Brasil.

Las sesiones de ensayos y conciertos en red se realizan gracias a la ampliación discrecional de ancho de banda proporcionada por el Sistema de Tecnologías de la Información (STI) de la U. De Chile y de la Red Universitaria Nacional (REUNA) que además colaboran permanentemente en monitoreando el estado de la red.

## **Descripción de la red de colaboración que participa en el proyecto.**

El núcleo estable de la red de colaboración lo conforma el grupo *Tierra de Larry* (TDL), del Departamento de Música de la Fac. de Artes que realiza

conciertos en red así como también conciertos de improvisación musical *off line* lo forman actualmente los Profs. Edgardo Cantón, compositor quien se desempeña en el grupo como pianista, Leonardo Cendoyya, Licenciado en Sonido, Magister en Educación y Coordinador del Magister en Artes Mediales, tecladista (sintetizador), Rolando Cori, compositor y guitarrista, candidato a doctor en Filosofía m. Estética. Todos los miembros procesan electrónicamente sus instrumentos en computadores con aplicaciones de ambientes musicales interactivos como MAX/MSP y otros. En 2010 y 2013 TDL grabó un CDs con apoyo de un proyecto de la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo y el Fondo Nacional para el Desarrollo de la Música. En abril de 2013 fue invitado a realizar una presentación en el Festival Internacional de la Imagen organizado por la Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

Por medio de un proyecto U-Redes Domeyko II de la U. De Chile TDL pasa a integrar la Red Interdisciplinaria de Arte (RIA) que opera el Centro de Creación Artística e Investigación Interdisciplinaria (CeCAII) del Facultad de Artes de la U. de Chile. El proyecto RIA-TDL está en colaboración con los siguientes académicos:

Dr. Mario Arenas, Director Dpto. de Música, Universidad de La Serena, Chile.

Colaborará de forma online con alumnos y docentes e improvisación artística con nuestro proyecto en la puesta en marcha del curso Red Interdisciplinaria de Arte en agosto 2017.

Dra. Vivian Fritz, Universidad de Strasbourg, Francia. Proyecto Geodance

Colaborará de forma online con coreografías en la puesta en marcha del curso Red Interdisciplinaria de Arte en agosto 2017.

Dr. Eduardo Hamuy y Bruno Perelli, Dpto. de Diseño, Facultad de Arquitectura, U. De Chile.

Posible colaboración con improvisación de video en la puesta en marcha del curso Red Interdisciplinaria de Arte en agosto 2017.

Dr. Juan Carlos Letelier, Jefe Laboratorio de Neurobiología, U. De Chile.

Posible colaboración enviando estudiantes de neurobiología al curso Red Interdisciplinaria de Arte a partir de agosto 2017.

Dr. José Piquer, CEO del Sistemas de Tecnologías de la Información (STI) de la U. De Chile.

Proveedor ampliación de ancho de banda y monitoreo de red.

Paola Arellano, Gerente Ejecutivo de la Red Universitaria Nacional (REUNA)

Proveedor ampliación de ancho de banda y monitoreo de red.

El proyecto también está en contacto o ha estado en colaboración con los siguientes académicos quienes podrían eventualmente colaborar en el curso Red Interdisciplinaria de Arte a partir de agosto 2017.

Dr. David Rosenboom, Director Dpt. of Music, California Institute of the Arts, USA.

Dr. Miguel Chuaqui, Director Composition Dpt. University of Utah.

Dr. Ivani Santana, coreógrafa, Directora MAPA D2, Universidad Federal de Bahia, Brasil.

Gonzalo Biffarella, compositor, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Dr. Fabian Leotteau, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

### **Descripción de la experiencia adquirida para constituir los equipos y las estrategias de colaboración en el proyecto, particularmente entre los investigadores y los especialistas en tecnología (experiencias aprendidas)**

El proyecto Red Interdisciplinaria de Arte Tierra de Larry (RIA-TDL) muestra resultados fundamentalmente en el ámbito de lo artístico. Esto se ha realizado por medio de presentaciones de arte simultaneo en red con artistas y público en los puntos de red correspondientes. También el proyecto desarrolla investigación en el campo estético-filosófico por medio de algunas publicaciones y una tesis doctoral.

La experiencia aprendida con el personal del STI y de REUNA enseña de extraordinaria disponibilidad de los especialistas en tecnología en colaborar en el desarrollo del arte improvisado a distancia. Esto es algo importante de subrayar y de agradecer pues, en un sentido, las tecnologías brindan un soporte a los contenidos del arte.

En otro sentido, el desafío hacia delante es comprobar en el campo práctico de un curso, de qué manera la improvisación artística en red produce vínculos de colaboración entre artes y ciencias que vayan más allá de la relación contenido-soporte. La idea es ver de qué manera las formas de conocer de las ciencias y de las artes se potencian mutuamente no solamente desde sus necesidades sino además de lo que ambas persiguen que es la libertad en lo que es único y por primera vez.

La metodología a seguir es aquella intrínseca en la misma idea de la improvisación artística a distancia: la del “momento de escucha”, que es aquel que posibilita improvisar música de acuerdo a la escucha de un otro lejano, de tocar a partir de un tocar ajeno construyendo la symphoné. Es la intención y atención en el sonar juntos en sincronía mediando una latencia temporal. Tal metodología se diferencia del “punto de vista” asincrónico que distingue unívocamente entre una cosa y otra y que es inherente al desarrollo de las ciencias. De esta forma el “punto de vista” asincrónico persigue lo único e inaugural de forma excluyente, limitando la libertad.

En cambio, el “momento de escucha” sincrónico, al ajustarse permanentemente al pulso de otro, obtiene de manera inclusiva, junto a otros, la unicidad primigenia e inaugural proveniente de la naturaleza misma de la improvisación. Por medio de esta estrategia se pretende que la providencia en las ciencias y la improvisación en las artes encuentren espacios de libertad socialmente sustentables.

## Publicaciones

1. Cori, Rolando: Improvisación musical en red en el cuerpo de los saberes, capítulo en: La instancia de la música, Escritos del coloquio internacional La música y sus variaciones prácticas y discursivas, Gustavo Celedón, Olga Grau, Fernanda Ortega, Esteban Oyarzún, UMCE 2014. p. 391-401.  
<http://www.umce.cl/joomlatools-files/docman-files/universidad/revistas/filomusica/filomusica.pdf>
2. Cori, Rolando: Ciencia y Arte: Providencia e improvisación en el arte en red. Revista Eletrônica MAPA D2 Dança (e performance) Digital, Ivani Santana (Org) Salvador: PPGAC, Nov. 2015; 2(2): 228-243.  
<http://www.portalseer.ufba.br./index.php/mapad2/article/view/14945>
3. Cori, Rolando: Networked art improvisation: a common rhythm for arts and science
4. Ponencia en The European Conference on Media, Communication & Film 2016, Brighton, UK, julio de 2016.  
[http://papers.iafor.org/papers/ecah2016/ECAH2016\\_29028.pdf](http://papers.iafor.org/papers/ecah2016/ECAH2016_29028.pdf)
5. Perelli, Bruno; Hamuy, Eduardo; Cori, Rolando: Datos sonificados para la improvisación visual ponencia en - XX Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital noviembre 2016 vol. 3 num.1

## **SESIÓN MEDIO AMBIENTE**



## Cuantificación de la Erosión Hídrica Mediante Fotogrametría con Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV)

Sergio Arriola Valverde <sup>1a</sup>, Milton Solórzano Quintana <sup>1b</sup>, Natalia Gómez Calderón <sup>1b</sup>,  
Natalia Gómez Calderón <sup>1b</sup>, Karolina Villagra Mendoza <sup>1b</sup>, Cornelia Miller Granados <sup>2c</sup>,  
Andrés Barahona Contreras <sup>2c</sup>, Christian Vargas Bolaños <sup>2c</sup>, Renato Rimolo  
Donadio <sup>1a</sup>

a Ingeniería Electrónica, b Ingeniería Agrícola, c Laboratorio PRIAS,  
1 Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC),  
2 Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT)

**Resumen:** La erosión es un problema serio que empobrece los suelos para producción agrícola de forma acelerada y contamina los cauces de agua con químicos de uso agrícola y sedimentos. Esto afecta los ecosistemas aledaños y a su vez reduce el cauce de los ríos, con una consecuente afectación de actividades conexas como el suministro de agua y la generación de energía hidroeléctrica. Tradicionalmente se utilizan métodos in-situ para evaluar y cuantificar los procesos de erosión, como son la utilización de parcelas de escorrentía; sin embargo, estos métodos son muy costosos en términos de instalación, recurso humano, logística, tiempo para obtener la información y frecuentemente la calidad de los datos se ve afectada por diversos factores metodológicos y ambientales.

Esta iniciativa propone la aplicación de técnicas de fotogrametría mediante vehículos aéreos no tripulados (UAV) para la conformación de modelos de elevación digital (DEM) que permiten recopilar un histórico de los mismos. Mediante el empleo de software de sistemas de información geográfica (SIG), se determina el volumen de suelo desplazado. Este trabajo muestra la metodología empleada para lograr levantamientos fotogramétricos de alta resolución.

**Palabras clave:** erosión, fotogrametría, mecanización, parcelas de escorrentía, sensores remotos, vehículos aéreos no tripulados

**Abstract:** Erosion processes play an important role on rapid soil degradation for agricultural use and can cause contamination of river courses with chemicals and sediments. Ecosystem degradation and reduced river streams are consequences of these processes, with a resulting impact on related activities such as water supply and hydroelectric power generation. Traditional methods for erosion evaluation and quantification are mainly based on test sites and field measurements, such as runoff plots; however, these techniques are expensive in terms of installation, human resources, logistics, measurement periods, etc. Frequently, data quality is also degraded by methodological and environmental factors.

This initiative proposes the utilization of photogrammetry techniques using unmanned aerial vehicles (UAV) for the creation of digital elevation models (DEM), which allow the creation of a historical registry of soil surface. Using geographical information system (GIS) software, the volume of displaced soil will be determined. This work presents the methodology used to create high resolution photogrammetric models.

**Keywords:** erosion, photogrammetry, runoff plots, remote sensing, tillage, unmanned aircraft systems.

## 1. Introducción

Las actividades económicas y productivas desarrolladas en la parte alta de la cuenca del Río Reventazón, aunadas a las características topográficas, edáficas, climáticas y morfológicas propias de la región, generan el desprendimiento de la capa arable lo cual no sólo impacta la fertilidad y productividad de los suelos, sino que induce una alta cantidad de sedimentos que durante años han provocado un impacto negativo en ecosistemas y actividades asociadas con los cauces de agua en las cercanías. Por ejemplo, la descarga de sedimentos en el río también ha aumentado las amenazas por inundación a poblaciones cercanas a los márgenes, creando un serio problema de seguridad de los habitantes.

Con respecto a este problema de erosión y deposición de sedimentación en mantos acuíferos, la Escuela de Ingeniería Agrícola del TEC ha realizado en el pasado investigaciones en la Zona Norte de Cartago, con el fin de aportar conocimiento sobre la relación que existe entre la mecanización agrícola y las pérdidas de suelo por erosión hídrica. Para esto ha empleado la técnica de parcelas de escorrentía. Esta técnica ha resultado ser de difícil implementación en términos de recursos, personal y logística, introduciendo potencialmente sesgos en el levantamiento de los datos. En la figura 1 se muestra la instalación de una parcela de escorrentía en la cuenca alta del río Reventazón.



Figura 1. Parcelas de escorrentía experimentales en la Cuenca Alta del Río Reventazón.

Por estas razones, se propone como método alternativo el desarrollo de una metodología para monitorear y cuantificar la erosión en terrenos para cultivos de ciclo corto y porte bajo mediante fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados (UAV), la cual está siendo evaluada con el fin de determinar el impacto del arrastre de sedimentos derivado de la aplicación de diferentes técnicas de mecanización de suelos. Los sistemas UAV están equipados con sistemas de comunicación, adquisición de imágenes georreferenciadas para la realización de levantamientos fotogramétricos que permitan generar cartografía tridimensional detallada con alta precisión. Esto

se realiza a través herramientas de software especializadas, que finalmente permitan estimar la erosión en el tiempo.

La solución posee la ventaja de no estar alterando la superficie del terreno, lo que permitiría continuar con las labores agrícolas. Además, es posible adquirir un volumen de información mucho más amplio y preciso, permitiendo estudiar el comportamiento del suelo a lo largo de períodos más extensos y en condiciones diversas.

La ejecución de este proyecto está siendo realizada por un equipo multidisciplinario, con participación de las Escuelas de Ingeniería Agrícola y Electrónica del TEC, y del Laboratorio PRIAS del CeNAT. El proyecto se enmarca dentro del programa de investigación eScience del TEC. Se espera que esta solución se convierta en una herramienta que permita obtener información precisa y oportuna que facilite la toma de decisiones en temas de gestión del uso del suelo, transporte de sedimentos, manejo de recursos hídricos y prácticas agrícolas, entre otros.

## **2. Metodología para Levantamientos Fotogramétricos de Alta Resolución**

A continuación, se describe brevemente la metodología desarrollada y aplicada para lograr modelos de elevación digital de alta resolución (en el orden de 1cm/pixel), la cual permitirá generar registros históricos sobre parcelas de cultivos y por tanto la realización de estimaciones de volumen de suelo erosionado en función del espacio y tiempo.

### **Plataformas de vuelo**

Dos plataformas UAV multirrotor han sido valoradas para la toma de imágenes georreferenciadas que permitan derivar modelos digitales de elevación con resoluciones espaciales menores a 3 cm/pix. Una de ellas está basada en aeronaves de la línea Phantom de la empresa DJI, y otra en la plataforma abierta X8+ de la empresa 3DR. Por ejemplo, la plataforma DJI, la cual es más versátil en términos de transporte terrestre y autonomía de vuelo, posee a bordo un sensor de imagen RGB de tipo CMOS, marca Sony Exmor FC300 de 12,4 MP, con un lente de 20 mm con una apertura de f/2.8. En la figura 2 se muestran las plataformas utilizadas para los vuelos fotogramétricos.

### **Levantamiento fotogramétrico**

Para la obtención de las imágenes y datos de posición asociados con cada una de ellas, el vuelo se programa mediante una plataforma de piloto automático que permite la definición a priori de la ruta de vuelo, la altura, número de imágenes, parámetros de traslape (lateral/frontal) y obturación de cámara. Existen diversas soluciones para vuelos automatizados, dependiendo de la plataforma UAV, como por ejemplo *Mission Planner* o *Paparazzi*. En este estudio se muestra la aplicación llamada *DJI Ground Station (DJI GS)*. En la figura 3 se muestra el panel de configuración básico, el cual permite que el usuario modifique parámetros de altura y modo de captura. Además, se puede realizar una configuración avanzada la cual

permite la modificación de traslape frontal, lateral, ángulo de captura de imagen, curso de la ruta y la acción que tomará la aeronave al finalizar la ruta.



Figura 2. Plataformas UAV utilizadas: X8+ 3DR (arriba) y DJI Phantom 4 (abajo).



Figura 3. Planeamiento de misión de vuelo fotogramétrico.

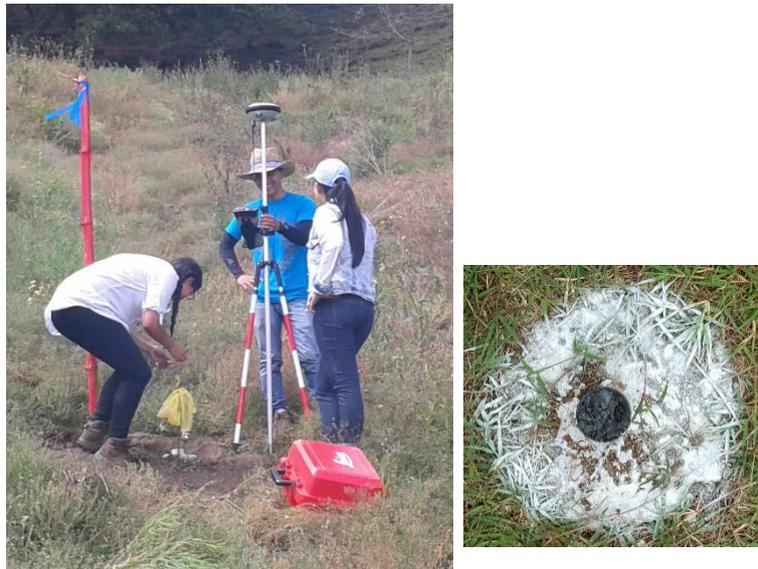
### Procesamiento de información

Una vez terminada la misión de vuelo programada, el conjunto de imágenes recolectado es procesado con el software *Agisoft PhotoScan Professional versión 1.2.6*. Con dicha herramienta se ejecuta un flujo de trabajo que incluye desde la orientación de las imágenes hasta la conformación del modelo digital de elevación y ortomosaico de la región bajo estudio. Durante el procesamiento es necesario insertar puntos de control en tierra (GCP, por sus siglas en inglés) para aumentar la precisión del producto fotogramétrico. Estos puntos se fijan previamente al levantamiento fotogramétrico sobre el terreno con una estación de referencia GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) de alta precisión, de preferencia con *Real Time Kinematic* (RTK). A continuación, se muestra el estudio realizado en una parcela experimental, en la cual se definieron 4 puntos de control, como el que se muestra en la figura 4. La coloración del punto se realiza con el objetivo de poder identificar el punto fácilmente en las fotografías aéreas y encontrar de forma precisa el centro.

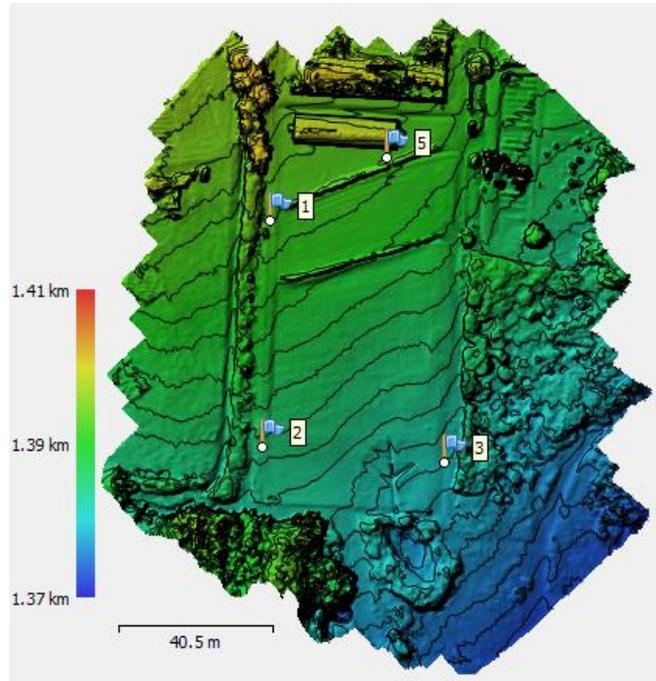
Uno de los productos obtenidos se muestra en la figura 5, donde se observa la vista superior del modelo de elevación digital con una resolución espacial estimada de 1,2 cm/píxel para la parcela experimental. En el modelo se puede observar tanto la topografía general del terreno como los detalles finos (canales de drenaje y surcos).

Además del modelo de elevación digital, es posible la generación de otros productos tales como ortomosaicos y proyecciones sobre *Google Earth*

en formato *KMZ*. En las figuras 6 y 7 se muestra el ortomosaico y la proyección en *Google Earth* de la parcela bajo estudio.



**Figura 4.** Colocación de puntos de control en tierra y vista superior de un punto.



**Figura 5.** Modelo digital de elevación digital del campo de prácticas de la Escuela de Ingeniería Agrícola del TEC.



**Figura 6.** Ortomosaico del campo de prácticas de la Escuela de Ingeniería Agrícola del TEC.



**Figura 7.** Modelo digital del campo de prácticas de la Escuela de Ingeniería Agrícola del TEC, insertado sobre los mapas de *Google Earth*.

El error del procesamiento, además de la resolución espacial, se cuantifica en términos del error cuadrático medio, traducido a errores espaciales en las diferentes coordenadas en X, Y y Z. Valores de RMSE altos pueden ser el resultado de errores a la hora de la ubicación de los puntos de control en las imágenes, que depende de la calidad con la que la imagen haya sido tomada e influye en la ubicación del punto de control.

### **3. Conclusiones y Trabajo a Futuro**

Mediante el empleo de sistemas UAV comerciales y aplicaciones de software que permite el desarrollo de vuelos fotogramétricos automatizados, se pueden obtener conjuntos de imágenes georreferenciadas de superficies terrestres a baja altura con suficiente traslape frontal-lateral.

Mediante el empleo del software fotogramétrico, es posible procesar y generar modelos digitales de elevación con alta resolución espacial, a partir del levantamiento de imágenes programado. Para obtener resoluciones espaciales cercanas a 1cm/pixel, se configuraron alturas de vuelo de 25 mts, traslape frontal-lateral de 80% y un giro de 65° a la ruta de vuelo programado.

Además, es indispensable la utilización de puntos de control en tierra de alta precisión, tomados con una estación de referencia GNSS. El aumento de resolución espacial y precisión de productos fotogramétricos va en función de la calidad y cantidad de puntos de control en tierra que puedan ser colocados. Mediante el modo de filtrado de puntos de control, es necesario ubicar de

manera correcta los puntos de control por imagen debido a que una ubicación aproximada genera un aumento en el error cuadrático medio (RMSE).

Actualmente se están explorando alternativas para reducir el RMSE de los modelos digitales de elevación, con el fin de garantizar una buena precisión en los mismos, así como asegurar la invariabilidad de los puntos de control en el tiempo. Además, se trabajan en la creación de bases de datos que permita conformar un histórico de modelos digitales de elevación para estar en posibilidad de cuantificar volumen dinámico y con ello establecer un modelado de erosión suficientemente preciso.



## Proyecto RACIMO: desarrollo de una propuesta en torno a uso de las TIC, e-ciencia ciudadana, cambio climático y ciencia de datos

H. Asorey<sup>1</sup>, L. A. Núñez<sup>2</sup>, J. Peña-Rodríguez, P<sup>2</sup>. Salgado-Meza<sup>2</sup>, D. Sierra-Porta<sup>2\*</sup>, M. Suárez-Durán<sup>2</sup>

1 Laboratorio Detección de Partículas y Radiación, Instituto Balseiro y Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. E. Bustillo 9500, (8400) San Carlos de Bariloche, Argentina, y Sede Andina, Universidad Nacional de Río Negro, Mitre 630, (8400) San Carlos de Bariloche, Argentina.

2 Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander, Carrera 27 y Calle 9, 640002 Bucaramanga, Colombia.

**Resumen:** El proyecto RACIMO es una experiencia colaborativa cuya principal motivación es la capacitación de jóvenes en Ciencia Ciudadana, Cambio Climático y Ciencia de Datos en comunidades de escuelas de Bucaramanga-Colombia, incorporando tempranamente a jóvenes estudiantes de educación secundaria en escenarios de investigación con el uso de las Ciencias de la Información. Está parcialmente financiado por el Fondo Regional para la Innovación Digital de América Latina y el Caribe (Programa FRIDA), el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Industrial de Santander y ejecutado por el Grupo Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales de la Facultad de Física de la Universidad Industrial de Santander. Durante jornadas de sesiones de trabajo de 2 horas, unos veinte estudiantes acompañados por sus maestros asisten a la capacitación. Esta instrucción consiste en la construcción de estaciones climáticas basadas en hardware abierto y repositorios de datos de software libre. Los grupos colaboran utilizando TIC para la generación de un banco de datos climáticos (CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Presión, Temperatura, Humedad, Presipitación, Irradiación, ruido y nubosidad) en la región. La estación de medición es modular y está diseñada para funcionar bajo diferentes niveles de independencia, pudiendo incorporar diferentes módulos de medición y comunicación de datos adaptables a los diferentes intereses y posibilidades de cada comunidad. La versión más básica permite medir la presión y la temperatura, y sólo necesita conectarse a una computadora con conexión a Internet. La versión más avanzada, permite medir todas las variables de interés y funciona de forma completamente autónoma. Los datos son gratuitos y están disponibles a través de la web para todos los investigadores que los requieran. Los profesores y los estudiantes aprenden los elementos básicos de la electrónica y la programación que les permiten configurar y calibrar las estaciones. Asimismo, se les dan nociones de estadística y procesamiento de datos que permiten el análisis de los datos procedentes de esta red ciudadana de estaciones climáticas.

**Palabras clave:** Ciencia ciudadana, e-ciencia, cambio climático, TIC.

**Abstract:** RACIMO is a collaborative experience whose main motivation is the training of young people in Citizen Science, Climate Change and Data Science in communities of schools in Bucaramanga-Colombia, bringing young students of secondary education early to environments and research tools in Data Science. It is partially financed by

the Regional Fund for Digital Innovation in Latin America and the Caribbean (FRIDA Program, for its acronym in Spanish), the Vice-Rector Office of Research of the Industrial University of Santander and executed by the Halley Group of Astronomy and Aerospace Sciences of the School of Physics of Industrial University of Santander. During workdays in 2 hours sessions about twenty students accompanied by their teachers attend training. This instruction consists of the construction of climatic stations based on open hardware and repositories of open and free software data. The groups collaborate using TIC for the generation of a climate data bank (CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Pressure, Temperature, Humidity, Precipitation, Irradiance, noise and cloudiness) in the region. The measuring station is modular and is designed to operate under different levels of independence, being able to incorporate different measurement modules and data communication adaptable to the different interests and possibilities of each community. The most basic version allows to measure pressure and temperature, and only needs to be connected to a computer with internet connection. The most advanced version, allows to measure all the variables of interest and works completely autonomously. The data are free and available through the web for all researchers who require them. Teachers and students learn the basic elements of electronics and programming that allow them to configure and calibrate the stations. Likewise, they are given notions of statistics and data processing that allow the analysis of the data coming from this citizen network of climatic stations.

**Keywords:** Citizen science, e-science, climatic change, ICT's.

## 1. Introducción

Desde hace al menos unos veinte años ha surgido una tendencia mundial de gran interés: la creciente participación de la sociedad civil en la recopilación, verificación, análisis, intercambio y difusión de datos con fines científicos utilizando las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) y más aún utilizando tecnologías móviles. La gran recepción de las TIC's ha facilitado y promovido la creación de estadios en donde las TIC's ahora juegan el papel importante en la producción y desarrollo de la sociedad.

Este panorama ha sido el marco para la formalización y construcción de una actividad que conocemos como la Ciencia Ciudadana (CC) [1] [2], entendida esta un tipo de producción científica basada en una participación consciente y voluntaria de cientos de ciudadanos que generan gran cantidad de datos como producto de sus interacciones sociales y con el medio ambiente que les rodea. De este modo, cualquier persona contribuye bien sea con su inteligencia, conocimiento, experticia, ideas o recursos tecnológicos para producir resultados y material con alta pertinencia social. Así la CC, es entendida como la colección de información por las mismas personas para deducir teorías y determinar políticas del manejo de ese conocimiento para la resolución de problemas que les atañen. La convolución entre las TIC's y la CC se conocen con la nueva e-Ciencia Ciudadana (eCC), como una evolución para la gestión de los grandes recursos informáticos, almacenamiento o captura de datos para fines científicos-sociales. Además de las supercomputadoras, las enormes bases de datos, los super telescopios, los grandes experimentos de altas energías en una amplia gama

de laboratorios en el mundo, computación en la nube, etc, ahora es necesario considerar con la participación de los ciudadanos. Es posible integrar a cualquier persona en el trabajo científico por medio de una formación previa que cubra diferentes grados de complejidad, basada en su inteligencia o experiencia y, por supuesto, en su disposición y voluntad para trabajar colaborativamente.

Aunque la participación pública y abierta en la ciencia es una práctica bien documentada desde finales del siglo XIX, los últimos años han adquirido una nueva importancia, especialmente por su vinculación con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) [3]. En la CC, las TIC se utilizan de diversas maneras: en este caso que presentamos, para la recolección de datos ambientales a través de dispositivos tales como sensores y localizadores geoespaciales, para la generación, intercambio y envío de información meteorológico-ambiental así como para la gestión de bases de datos y generación de modelos estadísticos o meteorológicos que puedan representarse en plataformas universales, con el fin de potenciar la información y gestionar la toma de decisiones por parte de la comunidad. Los investigadores de cualquier parte del mundo pueden beneficiarse con una gran cantidad de datos de todos los usuarios para alimentar sus modelos e investigaciones. En suma, la CC desde este punto de vista representa una práctica social que articula al menos tres aspectos: la conservación del medio ambiente, la participación ciudadana y el uso de las TIC.

Por otro lado, algo que es ineludible es que si se quiere tener una ciudad sostenible y además inteligente, todo implica la construcción de unos ciudadanos inteligentes y capaces de asumir y tomar decisiones basados en criterios formales. Lo que a su vez implica la capacitación y participación de los ciudadanos conscientes en esta práctica. En la medida en la que las personas asuman su papel protagónico y se empoderen de las herramientas, conocimientos y control de las variables de los fenómenos que ocurren a su alrededor, en esta misma medida estarán preparados para hacer frente a sus problemas y tomar decisiones que les aproximen a una mejor calidad de vida. Esta propuesta apunta a generar un ambiente de colaboración y participación social para la toma de decisiones sobre la calidad ambiental. Por ello proponemos como necesaria la capacitación ciudadana en el manejo de redes de sensores, ambientes de preservación de datos y ambientes de descubrimiento de conocimiento. En función de la apropiación ciudadana de estos ambientes, se tomarán algunas decisiones que incidirán en acciones sobre la calidad del ambiente que los ciudadanos comparten [4].

En esta propuesta se presenta una experiencia concreta en Bucaramanga, Colombia, en la Universidad Industrial de Santander. El uso de las TIC en el proyecto RACIMO (Red Ambiental Ciudadana de Monitoreo) es muy heterogéneo y está relacionado con las experiencias, expectativas y recursos de cada ciudadano científico. Por ejemplo, para algunos participantes su implicación tiene que ver con su pertenencia a una amplia comunidad de gestores de recursos naturales, de modo que su actividad de observación y monitoreo de variables ambientales les permita compartir información relevante a su trabajo, mantenerse al día y reafirmar Su identidad

como profesionales del medio ambiente. Por otro lado, para algunos docentes, representa la posibilidad de conocer y tener acceso a un recurso educativo para trabajar con estudiantes de ciencias y ciudadanía, o temas formales de estudio pensum. Por último, para la comunidad en general, representa una oportunidad para potenciarse, responsabilizarse de la toma de decisiones y organizar sus recursos e intereses para tener una mejor calidad de vida y una mayor conciencia del entorno que los rodea.

## 2. Proyecto RACIMO

El proyecto RACIMO<sup>10</sup> es una experiencia colaborativa cuya principal motivación es la formación de jóvenes en CC, Cambio Climático y Ciencia de Datos en las comunidades de escuelas de Bucaramanga-Colombia, incluyendo tempranamente a los jóvenes estudiantes de educación secundaria a ambientes y herramientas de investigación en Ciencias de la Información. Está parcialmente patrocinado y financiado por el Fondo Regional para la Innovación Digital en América Latina y el Caribe (Programa FRIDA<sup>11</sup>), por la Oficina de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Industrial de Santander y ejecutado por el Grupo Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales de la Facultad de Física de la Universidad Industrial de Santander.

El proyecto incluye la creación de equipos e instrumentos para la recolección de datos climáticos, meteorológicos y ambientales mediante la fabricación de estaciones con diversos dispositivos para la medición de las variables. Al mismo tiempo, se formula un programa de capacitación para la inclusión de la comunidad en tres tareas: (a) construcción de las estaciones de medición, (b) preparación para la recopilación de datos y (c) análisis posterior de los datos.

Durante las jornadas de trabajo en sesiones de 2 horas, unos veinte estudiantes acompañados por sus maestros asisten a la capacitación. Esta instrucción consiste en la construcción de estaciones climáticas basadas en hardware abierto y repositorios de datos de software libre y libre. Los grupos colaboran utilizando las TIC para la generación de un banco de datos climáticos (CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Presión, Temperatura, Humedad, Precipitación, Irradiación, Ruido y Nubosidad) en la región. La estación de medición es modular y está diseñada para funcionar bajo diferentes niveles de independencia, pudiendo incorporar diferentes módulos de medición y comunicación de datos adaptables a los diferentes intereses y posibilidades de cada comunidad. La versión más básica permite medir la presión y la temperatura, y sólo necesita conectarse a una computadora con conexión a Internet. La versión más avanzada, permite medir todas las variables de interés y funciona de forma completamente autónoma.

---

<sup>10</sup> Para una introducción al proyecto puede dirigirse al video de YouTube creado para la difusión y presentación del proyecto en Colombia. (En español). <https://www.youtube.com/watch?v=p8f5TuGZNY>. Más información en el lado web del proyecto: <http://halley.uis.edu.co/tierra/>.

<sup>11</sup> <http://programafrida.net/>

Los datos son gratuitos y están disponibles a través de la web para todos los investigadores que los requieran. Los profesores y los estudiantes aprenden los elementos básicos de la electrónica y la programación que les permiten configurar y calibrar las estaciones. Asimismo, se forma en nociones de estadística y procesamiento de datos que permiten el análisis de los datos procedentes de esta red ciudadana de estaciones climáticas.

Las estaciones se fabrican localmente con dispositivos y componentes que se pueden obtener en la ciudad, teniendo cuidado de que sean del menor costo posible y fáciles de adquirir. Inicialmente las estaciones han sido diseñadas teniendo en cuenta el rendimiento y comportamiento de cada componente o dispositivo utilizado de tal manera que establece un protocolo de base, del que se han diseñado tres versiones modulares de las estaciones que pueden ajustarse a las expectativas o intereses de la Personas involucradas en el proyecto.

Las estaciones son propiedad de las escuelas e instituciones que trabajan en el proyecto y cada una de ellas es responsable de su construcción, guiada por estudiantes universitarios y miembros del proyecto. La construcción de la electrónica y las estaciones se realiza a partir de sesiones de formación y trabajo práctico en grupo. Una vez construidas las estaciones, se lleva a cabo otro proceso de formación con el aprendizaje de técnicas de estadística, muestreo y análisis de datos, así como la transmisión y alojamiento de datos en servidores web.

En cuanto a la arquitectura de hardware interno, esta consiste en la implementación de dos niveles principales: el primero es la incorporación de un Arduino para la detección y preprocesamiento de señales y datos, y luego un dispositivo Raspberry Pi se utiliza para el manejo y almacenamiento de datos. La estación tiene en el exterior una pantalla donde varios sensores básicos están conectados a la placa Arduino, que soporta varios protocolos como I2C, UART, E/S analógica y digital y ofrece una plataforma barata y flexible para preparar los datos a ser almacenados o enviados por la etapa siguiente, capaces de corregir las señales, dependiendo del proceso de pre-calibración. El Raspberry Pi 2 Modelo B es un dispositivo linux integrado que desempeña un papel central en la gestión, almacenamiento y entrega de datos adquiridos. Fue elegido por su bajo costo, menor consumo de energía, accesibilidad, mucha información y recursos para los desarrolladores. En comparación con otras computadoras de una sola placa (SBCs), Raspberry Pi tiene un alto rendimiento/precio<sup>12</sup>. Las principales características de la SBC son: 1 GB de RAM, un procesador quad-core ARM Cortex-A7 de 900MHz, 10/100 Mbps Ethernet, y soporta una memoria SD de hasta 128 GB<sup>13</sup>, que podría almacenar datos de una estación durante 4 años teniendo en cuenta que los datos se graban con una frecuencia de muestreo de 1 Hz.

Debido a que este proyecto necesita una cierta experiencia básica en la producción y manejo de datos, lo iniciamos enfocándonos en estudiantes de

---

12 <https://www.cooking-hacks.com/blog/new-linux-embedded-devices-comparison-arduino-beagleboard-rascal-frambuesa-pi-cubieboard-y-pcduino/>

13 [http://Elinux.org/RPi\\_SD\\_cards](http://Elinux.org/RPi_SD_cards)

secundaria (grados 10 y 11) que usualmente tienen 15 ó 16 años de edad. Empezamos con 7 equipos -uno de cada escuela- hechos por maestros y 4-5 estudiantes y los exponemos a conceptos básicos y prácticas de Ciencia Ciudadana y Ciencia de Datos Abiertos. A través de 12 sesiones de 2 horas de conferencias desarrollamos un programa que abarca:

**Módulo 1:** Elementos de Clima y Medio ambiente. La idea de este módulo es proveer de herramientas conceptuales de climatología atmosférica, variables de estado, modelado simple de atmósfera que permita a los estudiantes comprender las mediciones que habrán de registrar.

**Módulo 2:** Conceptos y prácticas de la Ciencia Abierta. Este módulo apunta a mostrar las experiencias que se vienen dando en el mundo en iniciativas de ciencia abierta.

**Módulo 3:** Configuración y calibración de sensores. Al finalizar este módulo los usuarios estarán en capacidad de configurar estas estaciones y desarrollar procesos de calibración de los sensores.

**Módulo 4:** Herramientas para recolección, catalogación, preservación y diseminación de datos. A culminar con este módulo comprenderán los conceptos de metadatos y su importancia para la preservación y diseminación de las mediciones. Manejarán, además los conceptos de linked data y conocerán ejemplos de utilización en varias disciplinas.

**Módulo 5:** Técnicas de análisis de estadísticos datos. Este último modulo tiene que ver con el manejo de los conceptos estadísticos de análisis de datos: histogramas, medias, medianas, series de tiempo serán expuestos a través de ejemplos prácticos desarrollados en el lenguaje de programación Python. Al finalizar este módulo los usuarios estarán en capacidad de realizar gráficas simples utilizando Python accediendo a archivos y realizando análisis estadísticos elementales de esos datos.

En el sitio web de RACIMO<sup>14</sup> se muestran todas las conferencias, con textos, cortos videos tutoriales, asignaciones y enlaces relacionados.

### 3. Objetivos

El principal objetivo que pretende el proyecto es: Promover una experiencia de colaboración e integración de comunidades de personas organizadas en conjunto con la universidad en el entrenamiento y empoderamiento de datos y información acerca de cambio climático, su organización, análisis y visualización usando TIC's.

Los objetivos específicos son:

- Capacitar y sensibilizar a la comunidad organizada sobre el cambio climático, las variables ambientales y el uso adecuado y responsable de los recursos naturales hacia una cultura de sostenibilidad.

---

14

<http://halley.uis.edu.co/tierra/>

- Capacitar a la comunidad con herramientas científicas y TIC's para el análisis de datos climáticos.
- Establecer redes de cooperación en torno a la ciencia ciudadana y e-ciencia para el desarrollo de políticas de gestión y resolución de problemas de las comunidades.
- Promover e incrementar la cultura científica en términos de análisis de las variables ambientales a través del análisis de datos y el uso de las TIC.
- Capacitar a estudiantes y docentes de educación en los conceptos y prácticas de la Ciencia Abierta (Hardware + Software).
- Capacitar a estudiantes y docentes de educación secundaria en la configuración y calibración de sensores bajo el paradigma de hardware libre. Esto incluye los elementos básicos de electrónica digital para la construcción/calibración y mantenimiento de dispositivos y sensores climáticos.
- Capacitar a estudiantes y docentes de educación secundaria en la configuración de herramientas para recolección, catalogación, preservación y disseminación de datos, con la utilización de software libre. Esto incluye la configuración de herramientas libres para preservar y compartir datos, como elementos técnicos necesarios para generar los formatos estándares para la catalogación de los datos.
- Capacitar a los estudiantes y docentes de colegios en los rudimentos conceptuales y metodológicos de las herramientas y técnicas que se requieren para el análisis e interpretación de los datos.
- Capacitar a estudiantes y docentes de educación secundaria en utilización de herramientas de colaboración electrónica (Blogs, Wikis, y redes sociales) que permitan registrar y divulgar los resultados del trabajo realizado.

#### **4. Universidad y actividades TIC's**

Las universidades públicas latinoamericanas son el actor estratégico para iniciar y estimular el proceso de promoción de la CC como mecanismo de empoderamiento por parte de la sociedad de los conocimientos y metodologías para la solución de los problemas que les conciernen. La universidad pública tiene una actividad invaluable que consiste en la extensión<sup>15</sup>, entendida como los servicios prestados por la institución de educación superior tanto a la comunidad de su entorno como a la sociedad en general, para poner a su alcance el beneficio de la tecnología y del conocimiento [5] [6] [7]. La extensión universitaria, tanto en sus interfaces con la docencia como con la investigación, podría revitalizarse desde un enfoque más participativo. Esta sería una oportunidad para refundar el compromiso de la universidad pública con la sociedad.

---

15 <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/>

La participación del público en la ciencia y la tecnología no es algo que se desarrolla espontánea y fácilmente. La universidad asume un papel pionero en estimular y organizar [8] [9]. De este modo, combinando la excelencia académica con la relevancia social, la universidad contribuirá decisivamente a mejorar la calidad de vida y a fortalecer la organización de los diversos grupos de la sociedad civil. Esto promoverá el desarrollo de la ciudadanía y mejorará la capacidad del público para influir de manera calificada en las decisiones políticas sobre ciencia y tecnología.

Estas son formas de profundizar la democracia, en el sentido de que los ciudadanos tienen derecho a influir en las circunstancias de su propia vida contribuyendo al desarrollo tecnológico científico.

Por último, la universidad y la ciudadanía se fortalecen a través del grupo de investigación obteniendo una base de datos de variables climatológicas amplia y alojada en servidores web que podrían servir de base para la construcción de modelos más robustos sobre el comportamiento del clima y la interrelación de las variables climáticas y ambientales entre sí, establecer parámetros y un marco para la gestión de las decisiones tomadas por los organismos competentes del Estado.

## Referencias

- 1 Alan Irwin. Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development. Psychology Press, 1995.
- 2 Trisha Gura. Citizen science: amateur experts. *Nature*, 496(7444):259–261, 2013.
- 3 José Antonio López Cerezo. Participación ciudadana y cultura científica. *Arbor*, 181(715):351–362, 2005.
- 4 L. A. Núñez, C. Sarmiento-Cano, M. Suárez-Durán, and R. Ramos-Pollan. Racimo-datos: Red ambiental ciudadana de monitoreo para bucaramanga. Proyecto de la Universidad Industrial de Santander, pages 1–29, Febrero 2016.
- 5 María Carolina Ortiz-Riaga and María Eugenia Morales-Rubiano. La extensión universitaria en América Latina: concepciones y tendencias. *Educación y Educadores*, 14(2), 2011.
- 6 Magdalena Fresán Orozco. La extensión universitaria y la universidad pública. *Reencuentro*, (39):47–54, 2004.
- 7 Carlos Tünnermann Bernheim. El nuevo concepto de extensión universitaria. 2000.
- 8 Noela Invernizzi. Participación ciudadana en ciencia y tecnología en América Latina: una oportunidad para refundar el compromiso social de la universidad pública. *SciELO Argentina*, 2004.
- 9 Eduardo Gasca-Pliego and Julio César Olvera-García. Construir ciudadanía desde las universidades, responsabilidad social universitaria y desafíos ante el siglo xxi. *Convergencia*, 18(56):37–58, 2011.



## Desarrollo de materiales biodegradables a base de almidón: Valorización de residuos agroindustriales Lignocelulósicos

Prof. Rodrigo Ortega-Toro Ph.D

rodrigo.ortega@unad.edu.co

**Resumen:** En las últimas décadas se ha incrementado la preocupación por la conservación del medio ambiente, especialmente por la acumulación de plásticos convencionales tanto en la tierra como en el agua. Para mitigar este problema se han generado estrategias como el desarrollo de materiales biodegradables a partir de recursos renovables que sustituyan, al menos parcialmente, aquellos materiales derivados del petróleo. Entre los recursos renovables destacan los residuos ricos en almidón y en lignocelulosa provenientes de la agroindustria. Estos polisacáridos son los más abundantes en la tierra y por su estructura química y propiedades físicas permiten la generación de materiales biodegradables procesables por métodos tradicionales como extrusión, inyección y moldeo compresión. Además, sus características se complementan muy bien entre sí, por un lado el almidón aporta una matriz polimérica de soporte que puede ser mejorada (propiedades mecánicas y de barrera) mediante la incorporación de micro- y nano-fibras provenientes de los residuos lignocelulósicos y de compuestos activos, como antioxidantes, provenientes de dichos residuos. Al ser procesado mediante extrusión, inyección y moldeo compresión, con la formulación adecuada, se pueden obtener materiales flexibles y semirrígidos aprovechables para la fabricación de bolsas flexibles, bandejas, menaje, entre otras. En el presente trabajo se obtuvieron micro- y nano-fibras de celulosa y extractos con alto poder antioxidante a partir de cascarilla de arroz y café, para su aplicación como agentes de refuerzo y como Prof. Rodrigo Ortega-Toro Ph.D. rodrigo.ortega@unad.edu.co agentes activos en materiales biodegradables a base de almidón. En este momento de la investigación se han obtenido y caracterizado las micro- y nano fibras, y los antioxidantes obtenidos de cascarilla de arroz y café. Las micro- y nano-fibras se han incorporado exitosamente a matrices de almidón termoplástico obtenidos mediante mezclado en fundido y moldeo compresión, evidenciando el mejoramiento de las propiedades mecánicas, de barrera y térmicas de las matrices. Posteriormente se estandarizará un proceso para la obtención de los antioxidantes en polvo mediante liofilización o spray dry para incorporarlos en las matrices de almidón termoplástico reforzadas con fibras. Además, se estudiarán las posibles formulaciones que se pueden obtener mediante diversas técnicas de procesamiento, y se harán estudios de vida en anaquel de algunos alimentos envasados en los materiales desarrollados.

**Abstract :** In the last decades has increased the concern for the conservation of the environment, especially by the accumulation of conventional plastics in the ground as in the water. To mitigate this problem, strategies have been generated such as the development of biodegradable materials from renewable resources that, at least partially, substitute those materials derived from petroleum. Renewable resources include residues rich in starch and lignocellulose from agro-industry. These polysaccharides are the most abundant in the earth and by their chemical structure and physical properties allow the generation of biodegradable materials processable by traditional methods like extrusion, injection and molding compression. Also, its

characteristics complement each other very well. On the one hand, starch provides a polymer matrix of support that can be improved (mechanical and barrier properties) through the incorporation of micro- and nano-fibers from the lignocellulosic residues and active compounds, as antioxidants, from said residues. When being processed by extrusion, injection and compression molding, with the appropriate formulation, flexible and semi-rigid materials can be obtained that can be used for the manufacture of flexible bags, trays, utensils, among others. In the present work, micro- and nano-cellulose fibers and extracts with high antioxidant power were obtained from rice and coffee husks, for their application as reinforcing agents and as active agents in biodegradable materials based on starch. At this point, micro- and nano-fibers and antioxidants obtained from rice and coffee husks have been obtained and characterized. Micro- and nano-fibers have been successfully incorporated into thermoplastic starch matrices obtained by melt mixing and compression molding, evidencing the improvement of the mechanical, barrier and thermal properties. Subsequently, a process to obtain the antioxidants powder by lyophilization or dry spray will be standardized to incorporate them into fiber reinforced thermoplastic starch matrices. Also, several formulations that can be obtained through various processing techniques will be studied, and shelf-life studies of some foods will be carried out using developed materials.

## **El impacto de la investigación desarrollada**

El presente trabajo está en marco de la temática 3 de Medio ambiente (Uso y gestión del agua, clima y aire limpio y Uso eficiente de recursos). El impacto del desarrollo de materiales biodegradables a partir de residuos agroindustriales tiene dos aportes fundamentales, el primero es la disminución del uso de plásticos convencionales como el polietileno, polipropileno, poliestireno, etc. que tanto daño hacen al medio ambiente, especialmente a fuentes de agua continentales y marítimas. Esta contaminación causada por acumulación de plástico debe ser una preocupación de toda la humanidad. Por otra parte, el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos, como la cascarilla de arroz y de café, en el desarrollo de materiales biodegradables evita que estos sean incinerados o arrojados al suelo o agua, promoviendo con ello la limpieza del agua, suelo y aire.

## **TICs empleadas en el desarrollo de la investigación y descripción del apoyo y/o aporte que ayudaron al cumplimiento del objetivo de investigación perseguido**

Se han usado las siguientes Tecnologías de Información y Comunicación:

- Bases de datos especializadas para la búsqueda de información relevante sobre el tema.

- Se diseñó y se está orientando el curso virtual "BIOMATERIALES" en la Especialización en Procesos de Alimentos y Biomateriales de la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta

y a Distancia (UNAD- Colombia). Uno de los objetivos del curso es orientar a los estudiantes en la importancia de los biomateriales en diversos sectores de la industria, y en el desarrollo de matrices poliméricas biodegradables.

- Se está diseñando el curso virtual “ENVASES Y EMBALAJE DE ALIMENTOS” que ofertará La Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD- Colombia) mediante su plataforma virtual. Este curso tendrá una orientación hacia el uso de polímeros biodegradables en el empaque de alimentos y su repercusión positiva sobre el medio ambiente.

- Se comparte constantemente información mediante la publicación de artículos científicos en bases de datos especializadas.

- Se hace una retroalimentación del conocimiento con pares de todo el mundo mediante redes sociales de investigación como ResearchGate.

- Se han orientado webconferencias a través de la plataforma de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Colombia) comunicando los resultados de la investigación y fomentando en estudiantes, docentes e investigadores la curiosidad e interés por esta temática.

- Se han organizado Foros Virtuales como el “I FORO EN TENDENCIA E INNOVACIÓN DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA” en 2016, en el que se ha compartido información con investigadores de diferentes países como Italia, Francia, España, Argentina, México y Colombia sobre temáticas relacionadas con el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para el desarrollo de materiales biodegradables. El 13 de mayo del presente año se llevará a cabo la segunda versión de este foro.

- Se han diseñado Objetos Virtuales de Aprendizaje enfatizando en la importancia del uso de polímeros biodegradables y aprovechamiento de residuos agroindustriales.

## **Descripción de la red de colaboración que participa en el proyecto.**

La red para el desarrollo de esta investigación la constituyen universidades de Colombia, España y Suecia:

### **Universidades de Colombia:**

- Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería: Prof. Rodrigo Ortega Toro Ph.D., experto en el desarrollo de matrices biodegradables y aprovechamiento de residuos agroindustriales.

- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ingeniería Química: Prof. Yineth Piñeros Ph.D., experta en el aprovechamiento de residuos agroindustriales para la obtención de moléculas bioactivas.

- Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias: Prof. José Luis Hoyos Ph.D.(c), director del grupo de investigación ASUBAGROIN. Experto en el aprovechamiento de residuos agroindustriales y biotecnología.

Prof. Rodrigo Ortega-Toro Ph.D. rodrigo.ortega@unad.edu.co

#### **Universidades de España:**

- Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos: Prof. Amparo Chiralt Boix Ph.D., experta en el desarrollo de matrices biodegradables con diversas macromoléculas y moléculas de origen natural.

- Universidad Politécnica de Valencia, Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo: Sofía Collazo Bigliardi Ph.D.(c). Estudiante de doctorado, experta en la formulación de matrices biodegradables y aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para obtención de nanocristales de celulosa y compuestos activos.

#### **Universidades de Suecia:**

- KTH Royal Institute of Technology in Stockholm, Division of Glycoscience: Prof. Francisco Vilaplana Ph.D., experto en el aprovechamiento de reserva de energía de polisacáridos, diseño de materiales avanzados a partir de paredes celulares naturales y biocomposites sostenibles.

### **Descripción de la experiencia adquirida para constituir los equipos y las estrategias de colaboración en el proyecto, particularmente entre los investigadores y los especialistas en tecnología (experiencias aprendidas)**

La constitución de un equipo de investigación internacional entre América Latina y Europa es una tarea compleja debido a las distancias físicas que nos separan. Sin embargo, actualmente estas distancias no son un gran problema si se emplean adecuadamente diversos canales de comunicación estableciendo siempre una comunicación efectiva, entre otras cosas mediante TICs.

La estrategia principal de esta red de trabajo es la comunicación constante y el trabajo responsable. Se ha identificado las capacidades que tienen tanto las instituciones como los investigadores involucrados, y se ha ido construyendo un camino estableciendo lazos fuertes de colaboración. Se ha aprovechado la movilidad internacional de algunos miembros para realizar experiencias de investigación en las diferentes instituciones involucradas. Entre las movilidades destacan las del Dr. Rodrigo Ortega-Toro y de la estudiante de doctorado Sofía Collazo Bigliardi. El Dr. Ortega-Toro obtuvo su título de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad del Cauca bajo la dirección del Prof. José Luis Hoyos, con quién se sigue cooperando.

Luego obtuvo los títulos de Maestría en Ciencia e Ingeniería de Alimentos, Doctorado en Ciencia Tecnología y Gestión Alimentaria y Posdoctorado en biopolímeros activos para envasado de alimentos en la Universidad Politécnica de Valencia bajo la dirección de Prof. Amparo Chiralt y Prof. Pau Talens. En la actualidad, el Dr. Ortega-Toro dirige en conjunto con Prof. Amparo Chiralt la tesis doctoral de Sofía Collazo Bigliardi en la Universidad Politécnica de Valencia. Sofía Collazo Prof. Rodrigo Ortega-Toro Ph.D. rodrigo.ortega@unad.edu.co actualmente está haciendo una estancia de investigación doctoral en el grupo de Prof. Yineth Piñeros de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Colombia) y posteriormente hará una estancia de investigación doctoral en la Universidad KTH (Suecia), bajo la asesoría de Prof. Francisco Vilaplana. Con este tipo de movilizaciones se pueden estrechar lazos fuertes y estables en el tiempo para desarrollo de diversos tipos de investigación. Además, se debe mantener comunicación constante y efectiva con ayuda de las TICs, se pueden organizar eventos interinstitucionales virtuales, colaborar en el desarrollo de material educativo virtual, establecimiento de webconferencias, reuniones vía Skype, etc.



## **SESIÓN DE FÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS**



## Proyecto internacional LAGO

I. Torres

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla, México

En los últimos treinta años la forma en que percibimos el universo ha cambiado radicalmente, lo que en física llamamos “altas energías” es el área responsable principalmente de este cambio de visión, incluyendo el estudio de los rayos cósmicos y rayos gamma, por medio de estos nuevos estudios nos hemos dado cuenta que existen múltiples objetos en el cosmos que sufren de fenómenos extremadamente violentos.

Los rayos Gamma son parte del espectro electromagnético como las ondas de radio, rayos X, la luz ultravioleta, microondas, etc, sin embargo esta radiación Gamma, es la que tiene la mayor energía posible, sin embargo esta radiación es absorbida por nuestra atmósfera y el estudio de esta radiación proveniente del cosmos tuvo que esperar hasta que la tecnología pudo enviar sondas y satélites con detectores de rayos gamma, los primeros satélites de este tipo se pusieron en orbital en los 60's y 70's, pero no fue hasta 1990 cuando el Compton Gamma-Ray Observatory pudo catalogar más de 200 objetos capaces de emitir fotones con energías de cientos de mega electrón volts (MeV), recientemente el Fermi Gamma-Ray Telescope, actualmente en órbita y operación desde junio del 2008, ha detectado más de 3000 fuentes de rayos gamma con energías de Giga electrón Volts (GeV). La mayoría de estos objetos son galaxias activas, principalmente cuasares, pulsares y restos de supernovas dentro de nuestra galaxia.

Casi todos los procesos que emiten rayos gamma están además asociados a procesos no térmicos. Esto contrasta con lo que sucede en el óptico, en el que la mayor parte de la luz observada es térmica. La interpretación de las observaciones en la región gamma o gamma de muy alta energía requiere por tanto, de modelos teóricos sustancialmente distintos.

Por otro lado los rayos cósmicos son partículas elementales o núcleos atómicos que llegan desde el espacio, el 90% de los rayos cósmicos resultan ser protones, el resto son una mezcla de núcleos de Hierro, Carbono, Silicio, etc. Desde el punto de vista astrofísico, la existencia de estas partículas indica que en nuestra galaxia y más allá, hay objetos celestes que funcionan como aceleradores de partículas de una potencia extraordinaria. Siendo partículas cargadas inmersas en campos magnéticos, como el de la misma Vía Láctea, los rayos cósmicos no viajan en línea recta y la dirección de la cual los vemos llegar no indica su origen, es decir, no apunta al sitio donde fueron acelerados originalmente. Para saber qué objetos son los que producen rayos cósmicos es necesaria alguna evidencia indirecta. Hasta donde sabemos, los procesos físicos que dan lugar a partículas de muy alta energía seguramente deben producir también rayos gamma, estos últimos tienen la ventaja de viajar en línea recta sin ser afectados por el campos magnéticos. Es decir que los objetos que emiten rayos gamma seguramente producen rayos cósmicos. Sin embargo hasta el momento el origen y

mecanismo de aceleración de los rayos cósmicos, continua siendo un misterio.

Por otro lado, en años recientes, las áreas de astrofísica y física de partículas han trabajado juntas en una área común llamada Astropartículas, desarrollando nuevas técnicas basadas en la detección de partículas de alta energía, para poder obtener información antes inaccesible. Dentro de las técnicas usadas están los detectores basados en la técnica Cherenkov en agua. Estos detectores fueron empleados por primera vez, en el experimento Averah Park entre 1967 y 1987, para detectar rayos cósmicos. El éxito de esta técnica llevó a su implementación en experimentos de mayor tamaño como lo son el Pierre Auger Observatory y el observatorio MILAGRO, el cual fue el primer observatorio de rayos gamma basado en esta técnica y operó en Nuevo México USA, desde el año 1999 hasta 2008.

Este tipo de observatorios basados en detectores Cherenkov en agua, están situados en la superficie terrestre y son capaces de detectar rayos cósmicos y rayos gamma de forma indirecta, realmente estos rayos interaccionan con nuestra atmósfera apenas entran en contacto con ella, produciendo un par de partículas, en general son electrones, positrones, piones, kaones y muones principalmente, éstas partículas llamadas "secundarias" siguen teniendo una cantidad muy grande de energía por lo que viajan un poco por la atmósfera y vuelven a producir mas partículas y así sucesivamente, creando lo que llamamos una cascada atmosférica extendida, en el desarrollo máximo de esta cascada puede haber algunos cientos de millones de partículas secundarias, este máximo desarrollo se alcanza aproximadamente a una altura de 6,000 m.s.n.m. Después de alcanzar su máximo, las partículas tienen poca energía como para poder producir mas partículas secundarias por lo que empiezan a ser absorbidas por la atmósfera y la cascada comienza a desaparecer. Es por esta razón que los observatorios que estudian rayos cósmicos o rayos gamma bajo esta técnica necesitan ser muy extensos o estar situados lo mas cerca posible de los 6,000 m.s.n.m.

Por otro lado debido a que los rayos cósmicos tienen carga eléctrica, debemos tomar en cuenta la presencia del campo magnético terrestre y su interacción con estas partículas provenientes del espacio. Debido a que el campo magnético terrestre no es constante sino que forma en su primera aproximación un dipolo magnético, partículas con la misma energía podrán penetrar o no dependiendo del lugar geográfico, es decir del campo magnético en ese punto, así que al instalar un observatorio de rayos cósmicos se debe de tomar en cuenta este fenómeno denominado "rigidez magnética terrestre".

LAGO, por sus siglas en ingles Latin American Giant Observatory, es un observatorio internacional de rayos cósmicos no centralizado, es decir que tiene detectores en 10 países de Latino América, desde México hasta la Antártica, instalados a diferentes altitudes (desde 5240 m.s.n.m. hasta el nivel del mar) y diferentes cortes de rigidez magnética, lo conforman casi 100 miembros de 26 instituciones.

Las metas científicas de LAGO son el estudio de fenómenos violentos en el cosmos, clima espacial y estudio de eventos astronómicos transitorios mediante la detección de rayos cósmicos y rayos gamma, el observatorio funciona mediante la técnica de Cherenkov en agua, colocando contenedores de agua en los cuales las partículas secundarias de las cascadas atmosféricas extendidas, los traspasan, debido a que estas viajan mas rápido que la velocidad de la luz en el agua, producen un choque de onda conocido como efecto Cherenkov, produciendo luz azul, mediante detectores extremadamente sensibles, se capta esa luz y con esta información obtenida se puede inferir el tipo de partícula que originó la cascada, su energía y otros parámetros físicos. LAGO también tiene como objetivo el promover el entrenamiento de estudiantes latinoamericanos en el área de astropartículas y el de crear una red de investigadores latinoamericanos en esta área de la física.

Casi todos los detectores pertenecientes al proyecto LAGO están instalados en zonas remotas y poco accesibles, por lo que el uso de internet facilita la recolección de datos y las pruebas de salud de cada detector. Antes de instalar cada detector, se deben de realizar simulaciones computacionales que nos den alguna idea de los parámetros que esperamos o para establecer el diseño de los detectores. Para esto debemos simular la llegada de diferentes partículas, con diferentes energías y diferentes direcciones de llegada, simular los procesos físicos a los que se ven sometidas cada uno de estas cascadas durante su desarrollo dentro de la atmósfera, como se mencionó con anterioridad las partículas secundarias producidas por cada cascada, llegan a ser algunos centenares de millones de partículas individuales, después cada una de estas partículas se inyectan en un código de simulación Monte Carlo que nos da como resultado el desempeño de cada detector sometido a esta radiación. Debido a la gran cantidad de cálculos de ambas simulaciones, se requiere ahora el uso de Clusters de computadoras, una simulación de este tipo puede durar algunos meses en un Cluster de buen tamaño.

Los integrantes de este proyecto pertenecen a un numero grande de universidades alrededor de toda Latino América por lo que para poder concentrar los esfuerzos de manera eficiente hemos utilizado nuevas tecnologías principalmente basadas en internet para realizar las reuniones frecuentes que se realizan mediante video conferencias.

El software utilizado para analizar todos los datos recabados por cada detector, es desarrollado por los varios miembros del proyecto; en décadas anteriores cada investigador era responsable por la programación de su software, sin embargo con la cantidad de datos que se tienen que procesar, ya no es viable que un solo investigador puede generar tal cantidad de código, esto nos ha llevado a explorar TIC's basados en trabajo colaborativo que nos permite trabajar a distancia, de forma independiente pero sin hacer interferencia destructiva con nuestros demás colegas.

El observatorio LAGO ha estado operando por algunos años, recabando datos de la detección de rayos gamma y rayos cósmicos, durante estos años se han registrado fenómenos de clima espacial como los llamados "forbush

decrease”, que son una disminución en la tasa de arribo de rayos cósmicos debido a las eyecciones de masa coronal de nuestro Sol y no descartamos poder registrar el primer evento de ráfagas de rayos gamma, sincronizando nuestras detecciones con las de alguno de los satélites como Fermi o Swift. Durante la vida de este proyecto se han graduado un par de decenas de estudiantes desde licenciatura hasta doctorado, contribuyendo a la formación de recursos humanos altamente capacitados en Latino América.

## PADEX - Plataforma de Alto Desempenho EXpresso

Gustavo N. Dias<sup>1</sup>, Alex S. Moura<sup>1</sup>, Leandro N. Ciuffo<sup>1</sup>, Iara Machado<sup>1</sup>, Michael A. Stanton<sup>1</sup>, Fabio Okamura<sup>1</sup>, Eduardo Grizendi<sup>1</sup>, Helmann S. Penze<sup>1</sup>,  
Fernando Redigolo<sup>2</sup>, Dino Magri<sup>2</sup>

1 Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)

Rua Lauro Muller, 116 - Sala 1103 - 22.290-906 - Rio de Janeiro - RJ - Brazil  
{gustavo.dias, alex.moura, leandro.ciuffo, iara.machado, michael.stanton,  
fabio.okamura, eduardo.grizendi, helmann.penze}@rnp.br

2 LARC - Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores - (PCS-EPUSP)  
Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, n.158, CEP  
05508-010  
{fernando, dino}@larc.usp.br

**Resumo:** O compartilhamento de recursos entre diferentes instituições de pesquisa foi uma das motivações para criação da internet. Interconexões de rede de alta capacidade entre organizações de grandes instrumentos científicos a centros de supercomputação são uma tendência que vem sendo chamadas de superinstalações. Este artigo apresenta um serviço especializado da RNP que combina infraestruturas de rede dedicadas com hardware e software otimizados para executar grandes transferências de dados em redes com alta latência, oferecendo o máximo desempenho das tecnologias para apoiar e acelerar os fluxos de trabalho das pesquisas científicas nacionais. Os resultados demonstram que alta sinergia de tecnologias selecionadas oferecem grandes benefícios, ainda desconhecidos por muitos pesquisadores.

**Palavras-chave:** Computação de Alto Desempenho, Supercomputação, DMZ Científica, Ciber-infraestrutura, Superinstalações.

**Abstract:** The sharing of resources between research organizations was one of the motivations for the advent of the internet. High speed interconnections between facilities with large scientific instruments with supercomputing centers is a trend known as super-facility. This work presents a specialized super-connectivity service from RNP that combines dedicated network infrastructure with optimized hardware and software for large data transfers in high latency networks, offering maximum performance of the technologies in order to support and accelerate workflows of national scientific research. The results confirm that the high synergy of selected technologies offer major benefits, yet unknown for many researcherS.

**Keywords:** High Performance Computing, Supercomputing, Science DMZ, Connectivity, Cyberinfrastructure, Super-facility.

## 1 Introdução

A expressão "Ciberinfraestrutura" inicialmente usada em 2002 pela "Comissão Atkins" da National Science Foundation (NSF) dos Estados Unidos, criada para responder à pergunta: como a NSF, principal agência de fomento de pesquisa básica norte-americana, poderia eliminar barreiras à evolução de processamento, uso de dispositivos e instrumentos especiais, armazenamento, comunicação avançada e uso de dados, tornando esse ambiente acessível a todos os cientistas, engenheiros, estudiosos e cidadãos desse país?<sup>16</sup> Este termo passou a ser utilizado para tratar da evolução destas tecnologias de informação e comunicação (TIC) na geração de conhecimento científico - a Comissão Europeia também o utiliza, sob a denominação de "e-infraestrutura" [Atkins, 2003].

O uso planejado de recursos de TIC é o que permite aos grupos de pesquisa, laboratórios e instituições realizarem trabalhos em ciência e tecnologia fortemente suportados pelas TICs. Chama-se de "e-Ciência" as atividades científicas em vários campos do conhecimento, que dependem criticamente do uso de Ciberinfraestrutura (CI) [NSF, 2004].

A Figura 1 resume como os componentes da CI se relacionam, para o desenvolvimento da pesquisa e educação.

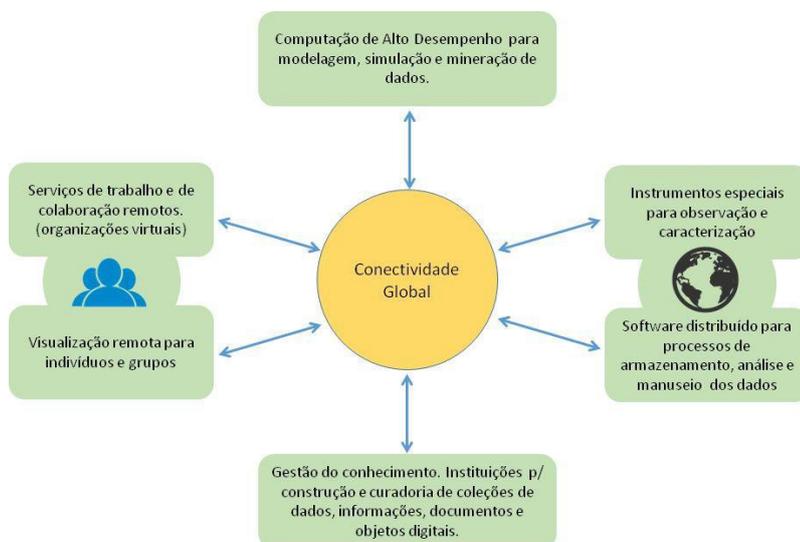


Figura 1 - Componentes de Ciberinfraestrutura<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Atkins et al., "Revolutionizing Science and Engineering Through Cyberinfrastructure", NSF, 2003, Obtido em <http://www.nsf.gov/cise/sci/reports/atkins.pdf>

<sup>17</sup> Adaptado de Cyberinfrastructure for Environmental Research and Education: Obtido em [http://www.cyrdas.org/related.documents/reports/cyber\\_report\\_new.pdf](http://www.cyrdas.org/related.documents/reports/cyber_report_new.pdf)  
<http://www.ncar.ucar.edu/cyber/cyberreport.pdf> (NSF)

Os componentes da CI adequados para atender as demandas de uma grande comunidade de pesquisadores em ciência e tecnologia, tipicamente incluem:

Instrumentos geradores de dados (e.g.: observatórios, aceleradores, microscópios e laboratórios)

Recursos computacionais de grande capacidade, munidos com softwares de controle e aplicativos. Organizados nas seguintes categorias computacionais:

Processamento de Alto Desempenho (PAD) - Supercomputadores, como o Santos Dumont do LNCC.

Computação de Alta Vazão (CAV) - tipicamente utilizando clusters e grades computacionais integrados em nuvem.

Armazenamento distribuído de grande capacidade, para guarda segura dos dados científicos em todos os passos da sua vida útil.

Visualização, que é a tradução de dados em imagens ou animações que facilitam a compreensão dos fenômenos sendo medidos ou modelados.

Gestão dos dados científicos, compreendendo a preservação e curadoria a longo prazo de coleções de dados científicos e seus metadados, bem como de outras informações, documentos e objetos digitais relacionados.

Conectividade global entre todos os componentes descritos anteriormente, provida por meio de redes de comunicação robustas, seguras, de capacidade adequada. Deve-se observar que estas são redes dedicadas às atividades de pesquisa e educação e usualmente interconectadas às de outros países, onde se encontram grupos e instituições parceiros de pesquisadores brasileiros.

Este artigo está relacionado a uma solução desenvolvida na linha de Processamento de Alto Desempenho (PAD).

## 2 Motivação

O Projeto PADEX surgiu de um acordo de colaboração firmado entre as lideranças da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), e Laboratório Nacional de Luz Sincrotron (LNLS), junto ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Comunicações (MCTIC), para prestação de um serviço de supercomputação sob demanda para demandas de pesquisa de outras organizações.

A partir da identificação de uma demanda do Laboratório LNLS para aquisição de um supercomputador para suprir necessidades computacionais atuais e futuras (por exemplo, a nova fonte de luz sincrotron, Sirius, que atualmente está em construção e tem previsão de entrar em operação em 2018) os diretores da RNP, LNCC e CNPEM/LNLS acordaram com o MCTIC assegurar recursos para implantar uma infraestrutura que forneça ao LNLS um acesso de alto desempenho e qualidade à Plataforma de Alto Desempenho (PAD) do LNCC, o supercomputador conhecido como Santos Dumont (SD).

Nas áreas de pesquisa e educação, particularmente as apoiadas por recursos públicos, o compartilhamento e acesso a recursos e capacidades computacionais vem sendo uma das principais características da Internet, desde sua concepção e implantação, apesar de não ser uma característica frequentemente articulada e exposta de forma explícita. Descrever as bases desse compartilhamento é fundamentalmente importante para compreensão do Projeto PADEX (Plataforma de Alto Desempenho EXpresso).

O PADEX representa um modelo econômico efetivo de compartilhamento de recursos que busca o melhor aproveitamento dos investimentos públicos apoiados pelo MCTIC para suas Unidades de Pesquisa (UPs).

### **3 Visão do Serviço PADEX**

O objetivo do Serviço PADEX é oferecer acesso otimizado através da rede acadêmica nacional à plataforma de processamento de alto desempenho (PAD) do LNCC, através do compartilhamento seguro de recursos do supercomputador Santos Dumont, para atender demandas de organizações cujas atividades de pesquisa requeiram processamento de alto desempenho (High Performance Computing, HPC) para execução de suas atividades científicas. O acesso otimizado é fornecido pela RNP através de seu backbone e por redes parceiras, entre a instituição de origem e o LNCC, sendo o LNLS a primeira organização atendida.

À primeira vista, a ampliação da capacidade da rede fim a fim entre LNCC e LNLS, inclusive com largura de banda garantida, parece ser suficiente para promover o acesso remoto em alta velocidade ao supercomputador do LNCC. Entretanto, a questão é mais complexa do que pode parecer, uma vez que há outros aspectos que não somente a velocidade do enlace de comunicação contribuem com o aumento do tempo de transferência de dados, como configurações de software ou mesmo características dos equipamentos envolvidos.

Frequentemente, instituições que dispõem de enlaces de alta capacidade só conseguem utilizar uma fração da capacidade total disponível. O problema de desempenho decorre do fato que os dispositivos e as arquiteturas da rede, bem como as configurações de equipamentos e servidores são previstas para fluxos tradicionais de redes corporativas, que suportam uma grande diversidade de aplicações, tais como aplicações Internet (e.g., web, e-mail, voz sobre IP, transferências peer-to-peer, transmissão de vídeo) e sistemas corporativos (e.g., softwares de gestão ERP, gerenciamento de matrículas, controle de ponto, circuitos de vigilância). Além disso, estas aplicações podem atualmente ser acessadas e utilizadas por diferentes tipos de dispositivos (e.g., desktops, notebooks, smartphones, tablets) com diferentes sistemas operacionais e diferentes formas de conectividade, escalonamento e interrupção (e.g., redes Ethernet de 100Mbps a 10 Gbps, redes Wi-Fi e/ou de telefonia celular), sem mencionar, na falta de determinismo dos comportamentos, até do mesmo controlador,

memória, versão, layout e fornecedor de componentes de hardware dependendo do cenário. A variedade de opções, seja de aplicações ou de tipos de dispositivos e tipos de acesso, traduz-se em mecanismos de segurança complexos (firewalls, proxies, sistemas de detecção de intrusão, entre outros), capazes de lidar com tal diversidade de cenários e suportados por configurações genéricas, para atender grande diversidade de cenários. Por sua vez, as aplicações científicas constituem fluxos relativamente simples, essencialmente de transferência de grandes volumes de dados entre servidores com conexões de rede de alta velocidade [Magri 2014].

Para se alcançar a máxima performance, é fundamental que as aplicações científicas sejam tratadas de forma diferenciada na rede, com recursos, dispositivos e configurações otimizados para o seu uso, minimizando-se os fatores causadores de perdas de pacotes e redução de desempenho.

### 3.1 Demanda e fluxo de trabalho do LNLS

Conforme descrito pelo CNPEM, o LNLS possui demanda reprimida por não haver disponibilidade de computação adequada à sua necessidade de processamento. Em especial, há dois tipos de demandas mapeadas: processamento em CPUs para projetos relacionados ao Sirius e Processamento em GPUs para uma estação de pesquisa (também chamado de linha de luz) de tomografia que trabalha com imagens em 3D.

A Figura 3 ilustra o fluxo de processamento dos dados gerados pelo LNLS.

Na rede local (LAN) do LNLS foram registrados picos de aproximadamente 1,7Gbps para a linha de luz de tomografia durante os experimentos e transferência de arquivos.

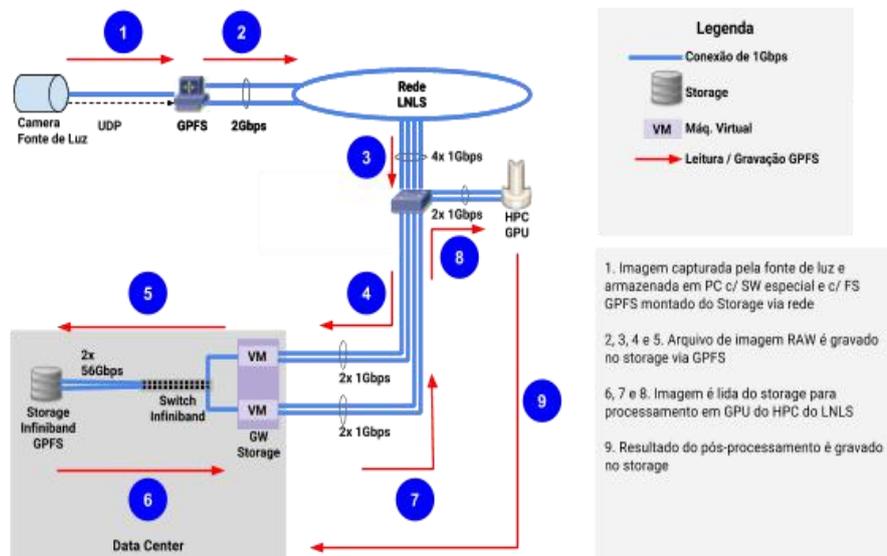


Figura 3 - Fluxo de processamento dos dados gerados pelo LNLS.

### 3.2 Fluxo de trabalho para processamento dos dados do LNLS via PADEX

Para a aplicação de processamento remoto foi proposto o seguinte fluxo de trabalho:

Importação dos dados brutos: os dados gerados pelo instrumento, que se encontram armazenados no Storage do LNLS, são copiados para o Storage do LNCC, através dos DTNs das instituições.

Processamento de dados: a) o pesquisador se conecta ao servidor de VPN do LNCC; b) O pesquisador efetua o login via SSH no nó apropriado do LNCC e dispara os comandos para o processamento local dos dados copiados em 1; c) O pesquisador verifica o resultado do processamento, verificando a necessidade de novos processamentos (e.g.: uso de novos parâmetros de processamento, como diferentes filtros) e interagindo com o ambiente de processamento até a definição final do resultado.

Exportação dos dados processados: os dados processados são copiados de volta para o Storage do LNLS, através dos DTNs das instituições.

### 3.3 Componentes do Serviço PADEX

O diagrama da Figura 4 ilustra os principais componentes do Serviço PADEX:

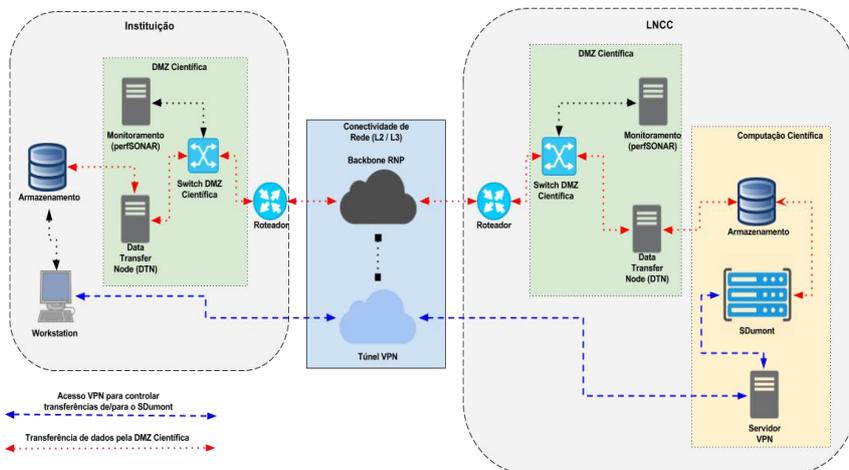


Figura 4 - Diagrama geral da solução PADEX.

#### 3.3.1 DMZ Científica

O modelo de Zona Desmilitarizada Científica (DMZ Científica) sugere que a conectividade das aplicações científicas seja “desmilitarizada” através da implementação de uma segregação da rede de produção do campus. Em 2013 a RNP iniciou o projeto “Science DMZ”, que teve como objetivo implantar o modelo de DMZ Científica em um conjunto de instituições

seleccionadas. O projeto especificou o seguinte conjunto mínimo de equipamentos necessários para a implantação do modelo:

Servidor de Transferência Otimizado - DTN (Data Transfer Node)

Switch especializado (com deep buffer)

Servidores de Monitoramento (originalmente duas máquinas: uma para monitoramento da largura de banda máxima alcançável e outra para o monitoramento da latência).

### 3.3.2 Serviço de Transporte e Vazão assegurada

Para a interconexão feita entre as DMZ Científicas instaladas no LNCC e LNLS foi configurado um canal dedicado dentro da infraestrutura de conectividade do backbone RNP. O canal passa pelas redes metropolitanas no Rio de Janeiro e em Campinas, que fornecem conexões de última milha sobre infraestrutura óptica de 10Gbps em anel. O canal é independente de outro circuito de 1Gb/s utilizado para tráfego de produção do LNCC, e foi implementado usando o serviço MPLS (Multi-Protocol Label Switching) do tipo Ethernet Virtual Private Line (EVPL), restrito a 2Gb/s no domínio do backbone Ipê, interligando os PoPs de São Paulo e Rio de Janeiro e encapsulando o tráfego científico com vazão assegurada com Quality of Service (QoS), na classe de serviço Assured Forwarding (AF) e limitação de banda do provedor do LNCC de 1Gbps para 3Gbps com posterior secessão de 2Gb/s exclusivo ao tráfego científico do Supercomputador Santos Dumont.

## 4 Resultados

Para comprovação da eficácia da solução PADEX foram realizados alguns testes. Nos testes um conjunto de 41 arquivos foi utilizado para o download e upload o que juntos totalizaram 58Gbytes de volume de dados. O tamanho do conjunto de arquivos representa o caso médio esperado para transferências entre o LNLS e LNCC em cada execução do workflow.

A seguir mais detalhes acerca dos testes e seus respectivos resultados.

### 4.1 Teste de transferência 1 (baseline):

*Upload e download* de arquivos utilizando infraestrutura do LNLS e do LNCC antes das modificações realizadas pelo projeto PADEX, sem considerar melhorias de conectividade ou otimizações (Figura 5) para estabelecer a base para comparação.

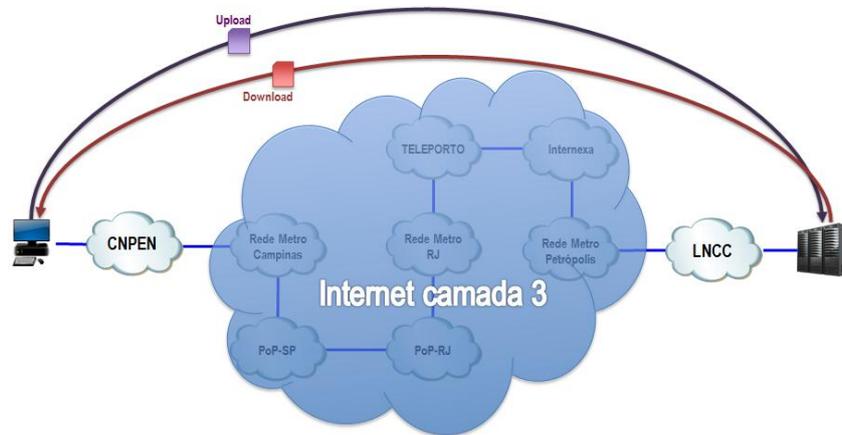


Figura 5 - Uso do Supercomputador Santos Dumont por pesquisadores do CNPEM/LNLS

O teste foi realizado no dia 7/11/2016. O melhor resultado alcançado foi uma taxa de vazão aproximada de 12 MBytes/s (96 Mbps); e a transferência do total de 58Gbytes de dados consumiu 83 minutos.

#### 4.2 Teste de transferência 2 (com modelo SDMZ e VLAN):

Envio (*upload*) e recebimento (*download*) de arquivos em ambos sentidos, utilizando o servidor DTN conectado à conectado à rede “desmilitarizada” (DMZ) e a rede dedicada camada 2 (Figura 6). O objetivo do teste é observar o desempenho com uso da VLAN fim a fim com garantia de banda (QoS) entre os servidores DTN.

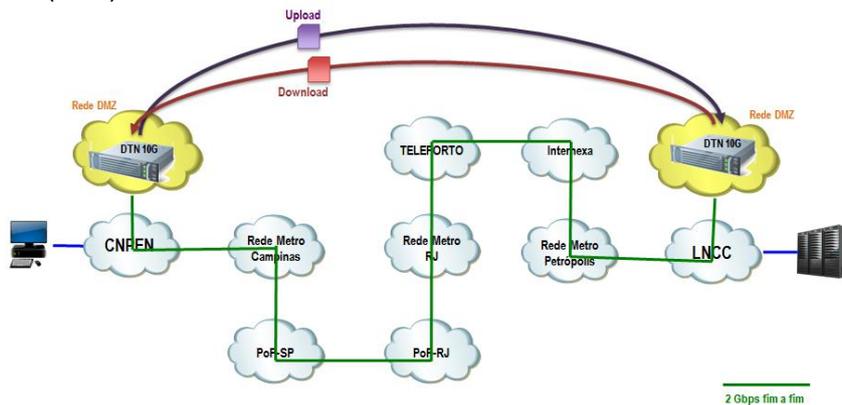


Figura 6 - Uso do Supercomputador Santos Dumont após implantação do PADEX.

O Gráfico 1 apresenta os tempos *download* e *upload* de 58Gbytes de dados durante 10 dias.

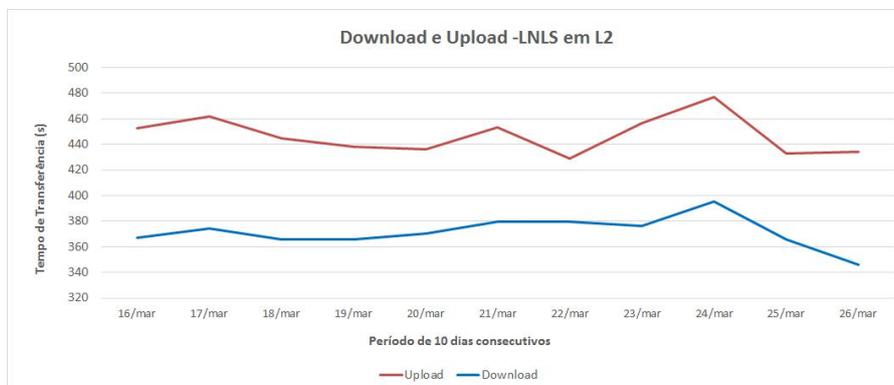


Gráfico 1 - Tempo para transferência de 58 Gbytes em período de 10 dias.

Com a solução do PADEX os pesquisadores do LNLS agora levam 7 minutos para transferência de 58Gbytes de dados, frente ao 83 minutos que levava no cenário anterior, um ganho excepcional de 1.186%.

## 4 Conclusão

Os resultados obtidos demonstraram que a combinação de soluções selecionadas e adequadamente otimizadas para transferências de grandes volumes de dados com conectividade de rede dedicada e o uso de arquitetura de hardware especializada para otimização de tarefas críticas, como leitura e escrita de dados em disco, traz benefícios valiosos ao suporte e apoio tecnológico a infraestruturas disponíveis para supercomputação, como mostra esse estudo de caso do uso do Supercomputador Santos Dumont em pesquisas feitas pelo CNPEM/LNLS.

Mostra também que o compartilhamento destas soluções tecnológicas mesmo a quilômetros de distâncias traz excelentes resultados e viabilizam a pesquisa nacional que vive momentos de limitação orçamentária e cortes frequentes.

## Referências

1. [Atkins, 2003] Atkins et al., “*Revolutionizing Science and Engineering Through Cyberinfrastructure*”, NSF, 2003, Acesso em 17/04/2017 - <http://www.nsf.gov/cise/sci/reports/atkins.pdf>
2. [NSF, 2004] Adaptado de *Cyberinfrastructure for Environmental Research and Education*: Acesso em 17/09/2016 - [http://www.cyrdas.org/related.documents/reports/cyber\\_report\\_new.pdf](http://www.cyrdas.org/related.documents/reports/cyber_report_new.pdf)  
<http://www.ncar.ucar.edu/cyber/cyberreport.pdf>

3. [Magri, 2014] Magri et al. "*Science DMZ: Support for e-Science in Brazil*", 2014 IEEE 10th International Conference on e-Science, página 75-78, 2014.
4. [Parkinson, 2014] Parkinson DY, Beattie K, Chen X, Correa J, Dart E, Daurer BJ, Deslippe JR, Hexemer A, Krishnan H, MacDowell AA, Maia FR. "*Real-time data-intensive computing*". AIP Conference Proceedings 2016, (Vol. 1741, No. 1, p. 050001). AIP Publishing. Acceso em 29/04/2017. <http://dx.doi.org/10.1063/1.4952921>

## **Red Amigos del CERN en Latinoamérica y El Caribe CERN Friends in Latin American and The Caribbean Networking**

Delma Rodríguez Morales

Anilla Cultural Latinoamérica-Europa en Uruguay

directora@anillaculturaluruguay.net

Sitio Local <http://anillaculturaluruguay.net/> Sitio Global <http://anillacultural.net/>

**Resumen:** La siguiente presentación tiene por cometido presentar la Red de Amigos del CERN en Latinoamérica y El Caribe al cual tiene por cometido la divulgación científica en física de partículas. En el siguiente artículo se muestra el proceso evolutivo que originó dicha red en el ámbito de Anilla Cultural Latinoamérica-Europa en Uruguay. También se presenta una prospectiva sobre la red con el cometido de generar nuevos involucrados a través de la presentación en el Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia

**Abstract:** This presentation aims at presenting the CERN Friends Network in Latin America and the Caribbean. This network aims at the scientific dissemination of particle physics. The article shows the process from which this network originated within the context of Anilla Cultural Latinoamérica-Europa in Uruguay. A foresight analysis of the network is presented to promote the involvement of new stakeholders at the Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia.

**Palabras Clave:** e-Ciencia, e-Cultura, Outreach, CERN

### **Antecedentes**

Anilla Cultural Uruguay Latinoamérica – Europa en Uruguay está asociada a la Anilla Cultural Latinoamérica – Europa (red de Co-creación en Internet avanzado), fundada en el 2010. En particular Uruguay no fue un nodo inicial, sino que se integró a partir del 16 de noviembre 2011<sup>18</sup> y continuó su funcionamiento en forma ininterrumpida hasta la actualidad, contando actualmente con proyectos y líneas de acción para su prosecución en el porvenir. La Anilla Uruguay tiene sus líneas de acción en las artes, ciencias, tecnología y sociedad procurando su difusión en temas multidisciplinarios en modalidad descentralizada integrando a diversas instituciones culturales y educativas.

Las experiencias en generar contenidos en artes, ciencias, tecnología y sociedad ha brindado diversos formatos y actividades, conectando centros especializados en educación (escuelas, liceos, universidades, centros y laboratorios de investigación, etc.) y cultura (museos, auditorios, teatros, centros culturales, etc.), junto con otros sitios como calles peatonales, plazas,

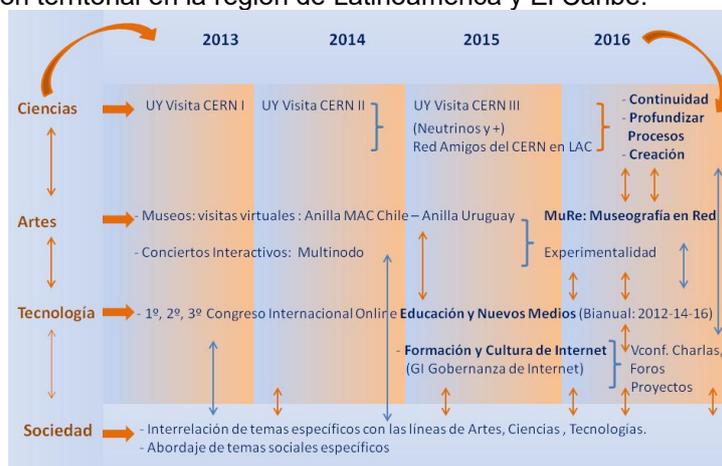
---

<sup>18</sup> Evento inaugural con el nodo chileno de la Anilla y por tanto se puede considerar la fecha de fundación de Anilla Uruguay.

zonas rurales, etc). Esos han sido los principales contextos que Anilla Uruguay ha interrelacionado en tiempo real, con el propósito de co-crear en Internet nuevas formas de comunicación y de pertenencia a la aldea local y global.

Parte de este trabajo fue presentado por la autora en la 6ª Conferencia de TICAL 2016, hasta ese momento no se había realizado la sesión inaugural de la Red Amigos del CERN en Latinoamérica y El Caribe, la cual se efectuó el 27 de Octubre 2016.

El siguiente gráfico muestra el contexto de la inserción de temáticas de física de partículas en un enfoque disciplinar y multidisciplinar dentro de la divulgación científica y en especial la física de partículas. Allí se pueden visualizar el incremento de acciones de divulgación con el CERN, el incremento de estas actividades tanto en cantidad así como en una expansión territorial en la región de Latinoamérica y El Caribe.



**Fig. 1.** En el presente gráfico se muestra las líneas de acción (artes, ciencias, tecnología sociedad) en relación a cada año y dentro de cada línea la actividad o temática seleccionada para el estudio de caso. Por ejemplo: *Ciencias*, se toma las actividades “Uruguay visita el CERN”, “(Neutrinos y +)” y la propuesta “Red Amigos del CERN en LAC”<sup>19</sup>. *Artes*, se escoge las sesiones “Visitas Guiadas a distancia” y el proyecto “MuRe: Museografía en Red”. *Tecnología*, se hace foco en las tres ediciones del “Congreso Internacional Online de Educación y Nuevos Medios” y “Formación y Cultura de Internet”. *Sociedad*, se analizará la interrelación de propuestas.

## Ciencias

La temática que se selecciona dentro de las diferentes acciones en ciencias, es la física de partículas y en especial las actividades denominadas “Uruguay visita el CERN” en sus tres ediciones 2013-14-15. La acumulación de búsquedas sobre el tema, intereses de los públicos participantes, generó una

<sup>19</sup> Latino América y El Caribe.

nueva propuesta para el 2015 en relación a los Neutrinos. Para ellos se decide implementar una serie de videoconferencias que recorran reconocidos laboratorios que estudian dichas partículas. Entonces, se mantuvo la tercer visita virtual al CERN, con la variante de además de conocer el Atlas Control Room se focalizara en los Neutrinos. Junto a esta videoconferencia se añadieron la conexión con IceCube (Observatorio Astronómico de Neutrinos en la Antártida)<sup>20</sup>, Laboratorio de Partículas Elementales en Guanajuato, Auger Mendoza y Angra Neutrino Project (Brasil). Posteriormente se hizo el lanzamiento de la Red de Amigos del CERN en LAC con el objetivo de profundizar las acciones de divulgación científica, transmitir la importancia de cooperación para el desarrollo del conocimiento global y local.

En el proceso descrito que abarca estas tres actividades se fue desarrollando la extensión de la propuesta acotada (nacional) en vínculo con un nodo, el CERN, para dar paso a la integración de más laboratorios científicos de renombre y también la participación de otros nodos internacionales con público. Este último aspecto, detalle no menor porque propició, -que en los datos que se recogieron en las últimas evaluaciones del 2015 sobre la actividad y la especial participación del público-, el diseño de la "Red de Amigos del CERN en LAC"<sup>21</sup>. De esta manera su continuidad hacia el 2016 profundiza sinergias de cooperación entre Latinoamérica y Europa en la difusión científica. En el presente año 2016 la Red organizó su primera actividad con la videoconferencia "Arts@CERN" inserta en el marco del 3º Congreso Internacional Online de Educación y Nuevos Medios.

A su vez, las propias complejidades de interconexión por la expansión a sitios geográficamente muy particulares con restricciones de conexión específicas, determinaron un modelo híbrido de interconexión de dos MCU e interoperabilidad de sistemas (audio/video) y canales distintos como fue el caso con IceCube en la Antártida. Además de elaborar para cada conexión diferentes planes de back up en caso de dificultades para asegurar las participaciones de todos los ponentes.

Todas las sesiones del ciclo de videoconferencias denominado "(Neutrinos y +)" se encuentra a disposición como repositorio en el canal de Anilla Cultural Uruguay.<sup>22</sup> Las grabaciones están editadas con un fin didáctico pensada y diseñada para quienes no estuvieron en tiempo real, por ello cuenta con aclaraciones y montajes visuales para fomentar mejor la comprensión del tema expuesto. También se tuvo como objetivo que el repositorio pudiera servir para la divulgación científica.

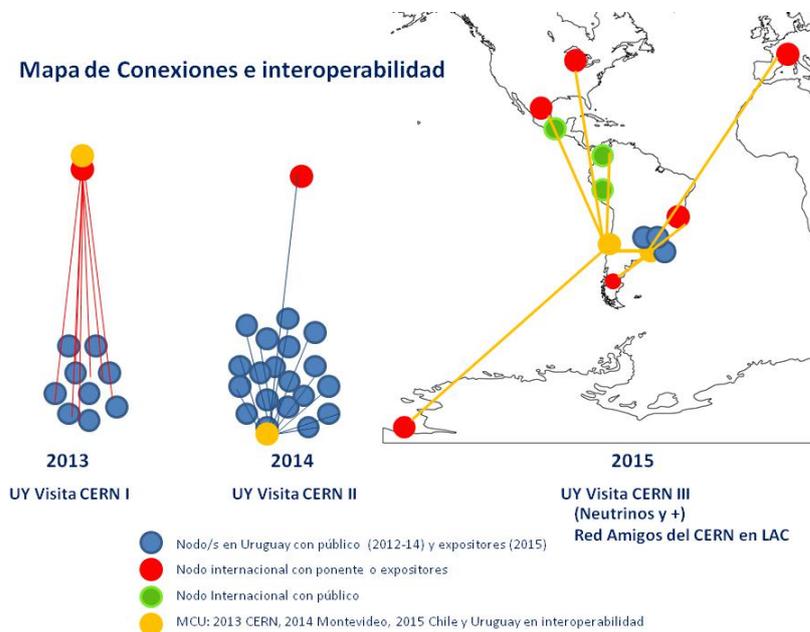
---

<sup>20</sup> Autorizada por la NSF National Science Foundation institución que habilitó el satélite para que los científicos se pudieran comunicar para la videoconferencia. Gestiones realizadas por Outreach IceCube.

<sup>21</sup> La Red cuenta con el aval del Outreach en el CERN.

<sup>22</sup> Canal de Anilla Cultural Uruguay. Disponible en:

<https://www.youtube.com/channel/UCAKwoOUzymURxOx1rb6-Ow> (última revisión, 30 Junio 2016)



**Fig. 2.** El gráfico muestra las características descritas anteriormente. También se puede apreciar en el caso del 2013 todas las salas de Uruguay se conectaron al CERN, en el 2014 fue al revés y en el 2015 la estructura son dos vórtices amarillos interconectados y el resto de nodos conectado a uno u otro vórtice que le permite estar integrado con todos los nodos.

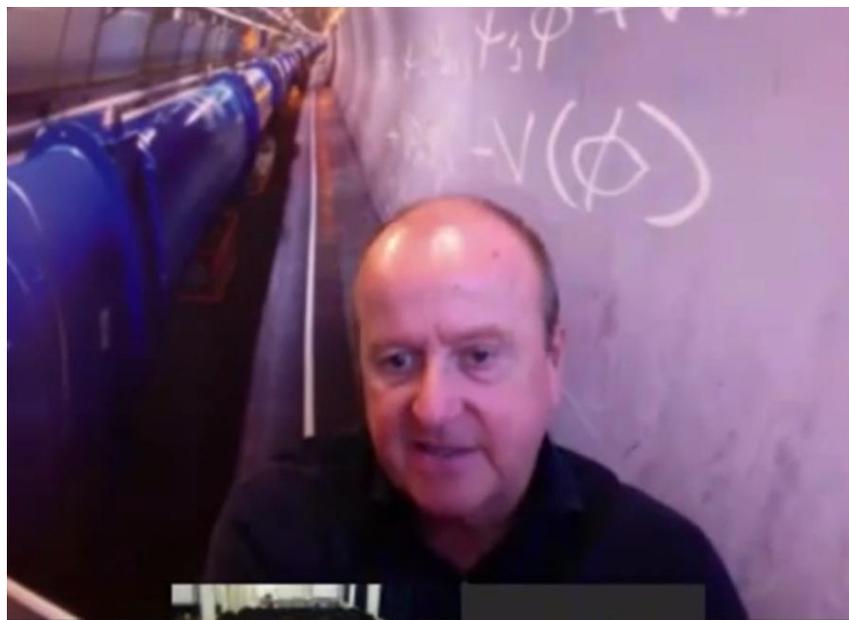
## Expansión en la Divulgación de la Física de Partículas

La expansión de actividades en torno a la divulgación de la física de partículas generó desde Anilla crear una red en la región latinoamericana y del Caribe que sirviera para fomentar aún más el involucramiento en estos temas, que por lo general están acotados a expertos directamente involucrados.



**Fig. 3.** El gráfico muestra la intensa agenda de actividades para promover la difusión científica e involucramiento en los diferentes temas de física de partículas.

Entonces, se plantea al Director de Outreach del CERN y Encargado del Involucramiento global con la institución científica, la propuesta de generar esta red con el objetivo de colaborar en la difusión de las diversas investigaciones del centro de investigación europea. El PhD Rolf Landua brinda un muy buen recibimiento a la propuesta y acepta la invitación a ser el presentador de la sesión inaugural de la Red de Amigos del CERN, la cual se realizó por videoconferencia y nucleó a diversas instituciones universitarias, de educación media y primaria en países de la región.



**Fig. 4 y 5.** Las imágenes muestran (arriba) PhD Rolf Landua en videoconferencia con salas de videoconferencia en Latinoamérica y El Caribe, difundiendo las actividades de extensión del CERN e invitando a los presentes online a involucrarse y difundir la física de partículas. Debajo es el gráfico de convocatoria a la actividad, donde se podía inscribir a través del siguiente link <http://anillaculturaluruguay.net/inaugural-red-amigos-del-cern/>



## Trabajo Colaborativo

La sesión Inaugural se brindó a través de un trabajo colaborativo, donde Anilla organizó la actividad y se contó con el apoyo de Red CUDI en Mexico y la cátedra de Traductora en la Universidad de la República de Uruguay.

Red CUDI aportó la plataforma de Videoconferencia que permite la interconexión de diferentes equipos h323, notebook, tablet, iphone, android, etc, posibilitando un mayor acceso.

Por otro lado, la carrera de Traductorado en Inglés coordinó a través de su profesor Federico Brum, que los estudiantes realizaran una actividad de práctica profesional interpretando al español en forma simultánea el discurso de Rolf Landua.

CUDI diseñó una propuesta de salas paralelas en su plataforma de videoconferencia que permitía la interconexión del ponente con los intérpretes y el público hispanohablante.

## Prospectiva

El inicio de la conformación de la Red está posibilitando acceso a información para distribuir entre otras redes. Por ejemplo, la información de la 9º Escuela del CERN en Latinoamérica llegó a la red de amigos que brindó la información a Red CUDI. De esta manera, CUDI decidió implementar la cobertura y el apoyo de un importante número de conferencias online brindadas por científicos en relación a la física de partículas.

Dentro de las actividades de la Red para este año, se encuentra la Convocatoria “One Minute Video”, que consiste en realizar un video de un minuto por parte de latinoamericanos que se presenten y cuenten sus experiencias de trabajo con el CERN. De esta manera se espera congregarse un repositorio de videos que sirvan para visibilizar el rol de los científicos en la región junto con la difusión y diseminación de su trabajo.

También la red espera trabajar en forma coordinada con el proyecto “Edu Circula” creado por Anilla Uruguay y que tiene por cometido un circuito de transmisiones online interactivas de intercambio de conocimientos en Ciencias, Matemáticas e Inglés fundamentalmente. Entonces, la articulación con la red de amigos y el mismo CERN permitirá continuar promoviendo el estudio e interés por la física de partículas.

Presentar la propuesta de la Red de Amigos en contextos como el 1º Encuentro Latinoamericano de e-Ciencia podría ser una excelente marco para continuar involucrando actores de la región dentro de las redes académicas.

## Referencias

1. Documentos Anilla Cultural Uruguay  
<https://issuu.com/anillaculturaluruguay>
2. Canal Anilla Cultural Uruguay  
<https://www.youtube.com/channel/UCAKwoOUzymURxOxX1rb6-Ow>
3. Sitio Anilla Cultural Uruguay <http://anillaculturaluruguay.net/>
4. Sitio Anilla Cultural Global <http://anillacultural.net/>
5. Sesión Inaugural Red de Amigos del CERN

Español <https://www.youtube.com/watch?v=De5pwoPgUww>  
Inglés <https://www.youtube.com/watch?v=TFTK6c2jDG0>

## **SESIÓN DE ASTRONOMÍA**



## Caída de Asociaciones de Galaxias Enanas al Halo de la Vía Láctea

José Benavides Blanco<sup>1</sup>, Rigoberto Casas Miranda<sup>2</sup>  
Grupo de Astrofísica; 1 Universidad Antonio Nariño, 2 Universidad Nacional de Colombia

**Resumen:** El origen del disco de satélites de la Vía Láctea (DoS) continúa siendo uno de los problemas abiertos en la astrofísica actual. En este trabajo se presenta un estudio sobre la posible formación del disco de satélites de la Vía Láctea a partir de una asociación de galaxias enanas que se precipita hacia su halo de materia oscura, siguiendo órbitas parabólicas. Para esto se realizaron simulaciones numéricas newtonianas de N-cuerpos tomando valores para distancias iniciales de 4, 2 y 1 Mpc. Se analizaron las propiedades morfológicas en las enanas luego de un tiempo de simulación de 10 Gy, propuesto para la interacción con la Vía Láctea, teniendo en cuenta: las distribuciones obtenidas alrededor del plano de la galaxia anfitriona, las distancias a que se ubica cada una de las enanas, sus perfiles de densidad y su dispersión de velocidades. Se observó que, luego de 10 Gy de caída, las estructuras permanecen compactas manteniendo sus propiedades morfológicas y con mejores resultados cuando se incluye el halo de materia oscura que las envuelve. Se observa que solo para asociaciones de galaxias enanas ubicadas a distancias de 1 Mpc estas logran ingresar al halo de la galaxia. Esto se soporta en el hecho de que estas asociaciones más cercanas son las que se hubiesen precipitado hacia el halo de la galaxia, razón por la cual no se observan asociaciones de enanas a estas distancias del Grupo Local, siendo la asociación 14+12 la más cercana a 1.37 Mpc de la Vía Láctea.

**Palabras Clave:** Vía Láctea, Galaxias enanas, Halo de Materia oscura, Disco de satélites.

**Abstract:** The origin of the satellite disc of the Milky Way (DoS) remains like an open problem in today's astrophysics. This paper presents a study about the possible formation of the Milky Way satellite disc from an association of dwarf galaxies that in fall into the Milky Way dark matter halo in parabolic orbits. For this, we performed Newtonian numerical simulations of N-bodies taking values for initial distances of 4, 2 and 1 Mpc. Morphological properties of dwarfs were analyzed after a simulation time of 10 Gy, proposed for the interaction with the Milky Way, taking into account: the distributions obtained around the plane of the host galaxy, the distances to which it is located of the dwarfs, their density profiles and their velocity dispersion. It was observed that, after 10 Gy of fall, the structures remain compact maintaining their morphological properties and with better results when the halo of dark matter that envelops them is included. We observed that only for associations of dwarf galaxies located at distances of 1 Mpc these manage to enter the halo of the galaxy. This is supported by the fact that these closest associations are those that have precipitated towards the halo of the galaxy, reason why no associations of dwarfs are observed at these distances of the Local Group, being the association 14+12 the most close to 1.37 Mpc of the Milky Way.

**Keywords:** Milky Way, Dwarf Galaxies, Dark matter halo, Disc of satellites.

## 1 Introducción

Las galaxias enanas son estructuras estelares pequeñas, que presentan poco brillo superficial y bajo contenido estelar con relación a su masa total [1], son pobres en metales dado que en su mayoría están compuestas por estrellas viejas [2] [3]. La gran importancia de las galaxias enanas radica en que son una población abundante en el universo local y constituyen una herramienta fundamental para comprender los procesos de formación y evolución de galaxias más luminosas como la Vía Láctea, ya que según el modelo de evolución jerárquico las galaxias de gran tamaño se formaron a partir de mezclas o acreción entre galaxias menores. Adicionalmente, estas galaxias enanas se caracterizan por tener una masa estelar del orden de estimada a partir de su relación masa-luminosidad y un halo de materia oscura del orden de que las envuelve [4]. Tully B. (2006) [5] concluye (a partir de la dispersión de velocidades en asociaciones de galaxias enanas) que sus razones de masa-luminosidad sobrepasan en orden de magnitud a los cúmulos globulares, lo cual indicaría que una cantidad importante de materia oscura las domina. Sin embargo, los altos valores de la razón masa-luminosidad de las enanas esferoidales podrían estar sobreestimados si se considera que dichos objetos no necesariamente se encuentran en equilibrio virial y, por el contrario, podría considerarse como sistemas en cuasi-equilibrio y en ese caso las enanas carecerían o tendrían muy poca materia oscura [6].

El estudio de las enanas satélite de la Vía Láctea tiene gran importancia debido a la discrepancia que existe entre las predicciones del modelo cosmológico de materia oscura fría ( $\Lambda$ CDM) y los datos observacionales, ya que el número de galaxias enanas satélite de la Vía Láctea predicho debe ser muy superior (del orden de cientos) al detectado actualmente en las observaciones que es de miembros [7]. Otra discrepancia importante tiene que ver con la forma en que se distribuyen estas galaxias enanas las cuales deberían presentar una distribución casi homogénea e isotrópica alrededor de su galaxia anfitriona. Sin embargo, de las observaciones en la Vía Láctea, la galaxia de Andrómeda y recientemente en el grupo *Centaurus A* [8] [9] se encuentra que estas galaxias enanas presentan una distribución inhomogénea y anisotrópica [10] lo cual se corresponde con el Efecto Holmberg propuesto en 1969 por Erik Holmberg.

La exploración de este fenómeno reveló que el sistema de satélites asociado a la Vía Láctea obedece a una distribución espacial mediada por un plano virtual denominado el disco de satélites (DoS) [12] y más recientemente VPOS (Vast Polar Structure) donde se han incluido otros objetos detectados en la última década como las galaxias enanas ultra tenues (UFDG) [12]. Esta estructura de disco compuesta por galaxias enanas satélites se encuentra en un plano geométrico que forma un ángulo de aproximadamente  $88^\circ$  con el plano del disco galáctico y un radio medio galactocéntrico de cientos de kiloparsec. Sobre esto, algunos autores [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] han realizado trabajos sobre estas estructuras dentro del Grupo Local para estudiar tanto su origen como su dinámica. Sin embargo, este continúa

siendo un problema abierto en la astrofísica actual, lo que se convirtió en una de las principales motivaciones para el desarrollo de este trabajo, ya que estudiar y entender los modelos de formación de este disco de satélites permitiría direccionar un poco mejor las investigaciones sobre su origen, así como la búsqueda de nuevos objetos que podrían pertenecer a esta estructura.

## 2 Generación de los objetos y entorno de interacción

Trabajos realizados por Metz M. et. al. (2009) [11] consideran la posibilidad de que las galaxias enanas que conforman el disco de satélites se hayan precipitado al halo de la Vía Láctea en asociaciones y no en forma individual, de modo que la distribución espacial que exhibe esta estructura esté directamente relacionada con la dirección de caída de estas asociaciones. En este trabajo se considera un modelo en el cual las galaxias enanas, agrupadas en asociaciones, y ubicadas en regiones periféricas al Grupo Local se precipitaron por interacción gravitacional hacia el halo de materia oscura de la Vía Láctea teniendo en cuenta: I) La interacción de las enanas con el halo de la galaxia anfitriona y la interacción entre sí mismas durante el tiempo de caída y II) La distribución espacial producto de su evolución durante la caída siguiendo una órbita parabólica. Para ello, se realizaron un conjunto de simulaciones numéricas de N-Cuerpos. Para la generación de los objetos se utilizó el paquete de códigos ZENO (desarrollado por Joshua Barnes del Institute for Astronomy de la Universidad de Hawaii) y para su entorno de interacción el código GADGET-2 [18].

Debido a que las galaxias enanas que hacen parte del disco de satélites de la Vía Láctea son en su mayoría del tipo esferoidal [2] [5] se consideró modelarlas como cuerpos con simetría esférica. Dentro de los perfiles esféricos utilizados [19] se tienen: el perfil de Plummer [20], perfil de Hernquist [21] y Navarro Frenk & White (NFW) [22]. Para el caso de la componente estelar de las galaxias enanas se modelaron con un perfil de Plummer de la forma:

Con  $b$  el radio de Plummer y  $M$  la masa total.

Para modelar los halos de materia oscura se utilizó un perfil esférico de Hernquist cuyo potencial es de la forma:

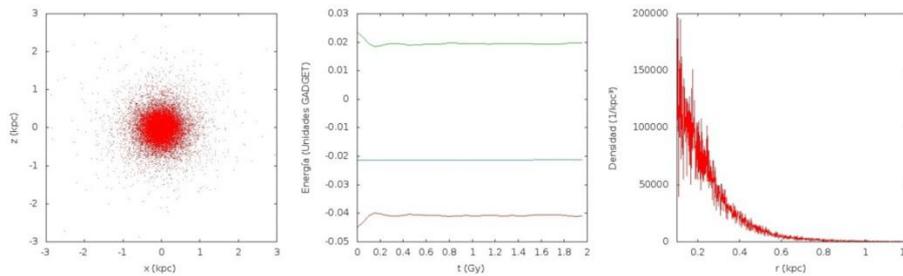
Donde  $a$  es un parámetro que depende de la longitud de escala del perfil Navarro-Frenk-White y la concentración  $c$  del halo de materia oscura [18]:

Se utilizaron valores de masa estelar y halo de materia oscura siguiendo a [23], radio de Plummer y Softening Length siguiendo a [6] para los parámetros mostrados en la tabla 1.

**TABLA 1:** Valores asignados para el modelo de una galaxia enana esferoidal a partir de un perfil de Plummer y halo de materia oscura con perfil de Hernquist.

Parámetro	Valor asignado
Masa estelar	
Radio de Plummer	0.3 kpc
Masa halo	
Factor de escala del halo	0.585
Softening length	0.007 kpc

Los resultados de la simulación de la galaxia enana libre de materia oscura con condiciones iniciales generadas en GADEGT-2 se muestran en la Figura 1. A la izquierda de la figura se muestra el snapshot final de la simulación preservando su forma esférica luego de 2 Gy. En el centro se muestran las curvas de energías (en unidades de GADGET<sup>23</sup>) como función del tiempo: cinética total (verde), potencial total (rojo) y suma de las energías cinética y potencial total (azul) mostrando que la estructura se encuentra en equilibrio virial. A la derecha se muestra el gráfico para el perfil de densidad.

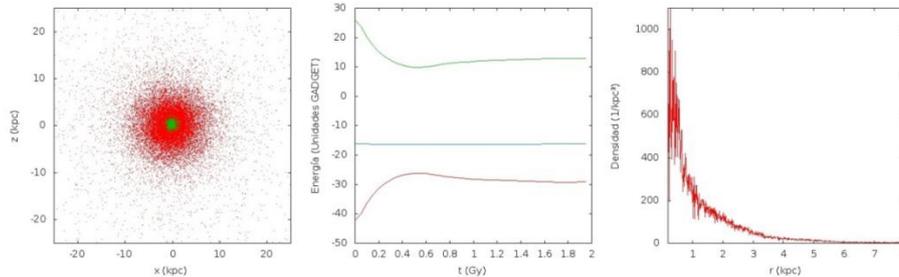


**FIGURA 1:** Resultados obtenidos de la virialización de las condiciones iniciales de una galaxia enana libre de materia oscura. A la izquierda snapshot de la estructura esferoidal, en el centro la curva de energías en unidades de GADGET en función del tiempo y a la derecha el perfil de densidad.

Los resultados de la virialización de la galaxia enana envuelta por un halo de materia oscura con condiciones iniciales en ZENO se muestran en la Figura 2. Nuevamente, a la izquierda el snapshot final de la simulación esferoidal (verde) + halo (rojo) y con las dimensiones virial de acuerdo a los valores calculados. En el centro se muestran las curvas de energías halo + esferoidal: cinética total (verde), potencial total (rojo) y suma de las energías cinética y potencial total (azul) mostrando también que la estructura está virializada al igual que en el caso de la galaxia enana libre de materia oscura de la Figura 1. A la derecha se muestra el gráfico para el perfil de densidad de la estructura del halo (el

<sup>23</sup> GADGET maneja un conjunto de unidades internas con sus equivalencias en el cgs: una unidad de longitud equivale a  $10^3$  m, una unidad de masa equivale a  $10^6$  M<sub>⊙</sub> y una unidad de velocidad equivale a  $10^3$  m/s, con lo cual se tiene que una unidad de energía de GADGET equivale a  $10^9$  J.

perfil de la componente estelar es análogo al que se muestra en la Figura 1).



**FIGURA 2:** Resultados obtenidos de la virialización de una galaxia enana envuelta en un halo de materia oscura con condiciones iniciales generadas con ZENO y virializada en GADGET-2. A la izquierda snapshot de la estructura esferoidal de la enana (verde) en vuelta en su halo extendido de materia oscura (rojo), en el centro la curva de energías en unidades de GADGET en función del tiempo donde se muestra la estructura virializada y a la derecha el perfil de densidad del halo de materia oscura.

Considerando a la Vía Láctea como el otro objeto de interés, se realizó la simulación de una galaxia con sus características y componentes principales: esferoide central, disco estelar y halo de materia oscura, siendo este último quien aportará la mayor interacción con el grupo de galaxias enanas debido a su contribución de masa y tamaño.

Para el modelo del disco se utilizó un perfil de densidad de tipo exponencial [18] [24] de la forma:

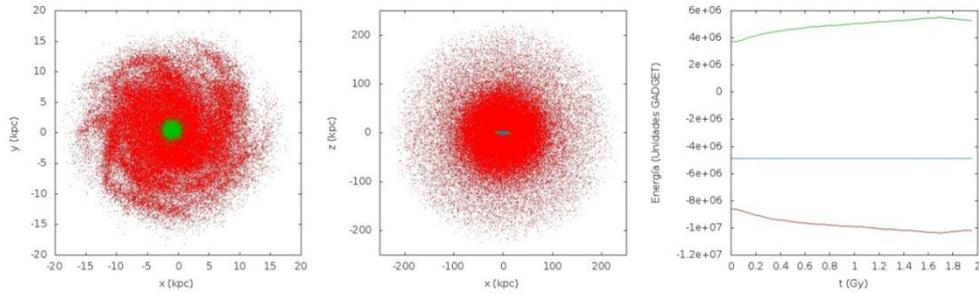
Donde es la masa del disco, la longitud de escala radial y representa la variación vertical.

Para las componentes de esferoide central y el halo de materia oscura se utilizó un perfil esférico tipo Hernquist. Los parámetros utilizados se muestran en la Tabla 2.

**TABLA 2:** Valores asignados para el modelo de una galaxia de disco con las características de la Vía Láctea los cuales se ajustan a los presentados por Binney J. & Tremaine S. (2008).

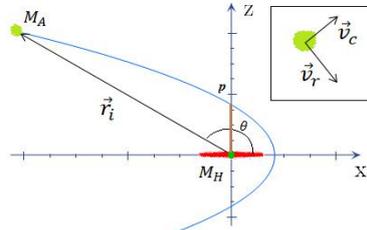
Parámetro	Símbolo	Valor asignado
Masa del esferoide		
Longitud de escala del esferoide		
Masa del disco		
Longitud de escala radial del disco		
Longitud de escala vertical del disco		
Masa del halo		
Longitud de escala de halo		

En la figura 3 se muestra el resultado de la simulación de una galaxia espiral de disco con características similares a las de la Vía Láctea. En la figura de la derecha se muestra la curva de energías cinética (verde), potencial (rojo) y total (azul) que garantiza una estructura en equilibrio virial.



**FIGURA 3:** Resultados de la virialización de una galaxia de disco con las propiedades de la Vía Láctea. A la izquierda disco y esferoide, en el centro se muestra la galaxia envuelta en el halo de materia oscura y a la derecha la curva de energía en unidades GADGET en función del tiempo.

Una vez construido cada uno de los objetos mencionados se generó el entorno inicial para la caída de la asociación, en el cual la Vía Láctea se ubica en el origen de coordenadas con su disco en el plano  $xy$  y la asociación tendrá su movimiento perpendicular al plano del disco en el plano  $xz$  como se muestra en la figura 4. Se realizaron simulaciones tomando distancias iniciales para las asociaciones de: 4 Mpc, 2 Mpc y 1 Mpc (teniendo en cuenta las distancias a las que se encuentran las asociaciones periféricas al Grupo Local en el filamento 14), el tamaño de grupo de 100 kpc y dispersión de velocidades de 15.5 km/s.

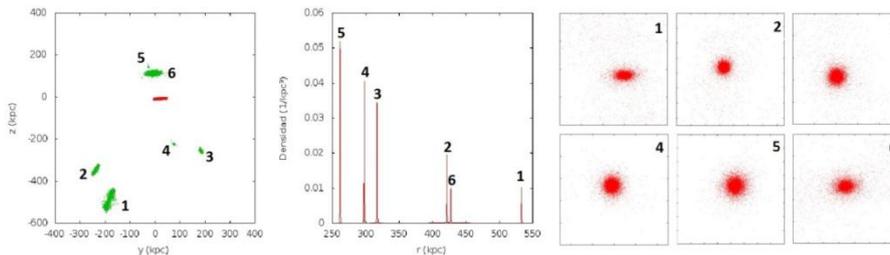


**Figura 4:** Esquema del modelo cinemático de la asociación ( ) en su caída hacia la Vía Láctea ( ) siguiendo una órbita parabólica.

### 3 Resultados y discusión

#### 3.1 Enanas libres de materia oscura

En la Figura 5 se muestra el snapshot final de una simulación donde se tomó una distancia inicial de 1 Mpc, ángulo inicial de  $150^\circ$  y parámetro de impacto de 134 kpc. Realizando un rastreo de las enanas se observa que las estructuras permanecen compactas y que la dispersión de partículas que se muestra en el snapshot final se debe a un problema de la resolución en la imagen y no a una pérdida significativa de partículas por fuerzas de marea. En ese sentido, las estructuras de las enanas mantienen su perfil de densidad como se observa en la Figura 8 donde se hace la comparación con el perfil inicial y cuando se incluye el halo de materia oscura. La Tabla 3 muestra la localización de las enanas y su dispersión de velocidades. Encontramos que estas propiedades son consistentes con las observadas en las enanas el disco de satélites. Sin embargo, con estas condiciones iniciales ninguna de las enanas logra completar una órbita cerrada para el tiempo de 10 Gy de simulación, un dato desfavorable si considera que algunas de las enanas del DoS han realizado de 2 a 3 órbitas completas.



**FIGURA 6:** Análisis a las estructuras que quedaron luego de la caída de una asociación de seis galaxias enanas candidata a progenitor del disco de satélites de la Vía Láctea. Por efectos en el tamaño de la imagen se consideró no colocar las escalas de medida en las imágenes de las enanas de la derecha en kpc que corresponden a: 1) [90:100][−500:−480], 2) [−30:−15][−355:340], 3) [30:40][−260:−250], 4) [175:185][−230:−220]. 5) [214:222][138:146], 6) [408:415][110:120].

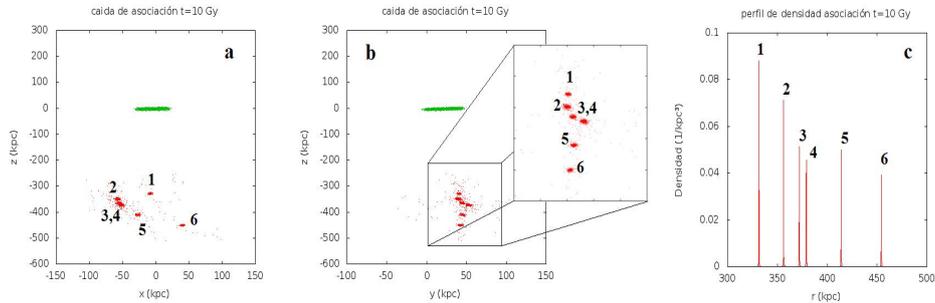
**TABLA 3:** Resultados obtenidos sobre propiedades cinemáticas de la asociación de galaxias enanas que cae al halo de la Vía Láctea, a una distancia inicial de 1 Mpc.

	<b>Distancia Vía Láctea (kpc)</b>	<b>Distancia desde el Sol (kpc)</b>	<b>Dispersión de velocidades (km/s)</b>	<b>Velocidad radial media (km/s)</b>
enana1	286.60	288.26	3.87	104.25
enana2	267.97	266.67	3.86	1.89
enana3	299.02	303.47	3.98	155.85
enana4	534.17	531.14	6.03	128.22
enana5	428.31	423.51	4.19	138.78
enana6	428.96	428.53	8.81	128.50
<b>Promedio</b>	<b>374.17</b>	<b>373.60</b>	<b>5.12</b>	<b>131.12</b>

Luego del análisis de esta simulación se concluye que las asociaciones de galaxias enanas libres de materia oscura que hubiesen estado ubicadas alrededor de los 1 Mpc y con condiciones iniciales de posiciones y velocidades similares a las utilizadas en esta simulación, podrían haberse precipitado siguiendo órbitas parabólicas para dar origen al disco de satélites.

### 3.2 Enanas con halo de materia oscura

De manera similar a la sección anterior, en la Figura 7 se muestra el snapshot final de una simulación donde se tomó una distancia inicial de 1 Mpc, en el plano de la órbita (a) y en donde se espera observar la estructura del disco de satélites (b), con un ángulo inicial de  $150^\circ$  y parámetro de impacto de 134 kpc. En este caso se ha incluido la componente del halo de materia oscura que envuelve a las enanas. A diferencia de la imagen de enanas libres de materia oscura, se observa que las enanas permanecen compactas manteniendo su perfil de densidad (ver figura 8). La Tabla 4 muestra la localización de las enanas y su dispersión de velocidades. Tenemos que estas propiedades también son consistentes con las observadas en las enanas del disco de satélites de la Vía Láctea presentando una distribución perpendicular al plano de la galaxia y aunque menos dispersas que el caso de las enanas libres de materia oscura. Además, sus distancias radiales son mayores a los 300 kpc en que se encuentran la mayoría de las enanas del disco de satélites.

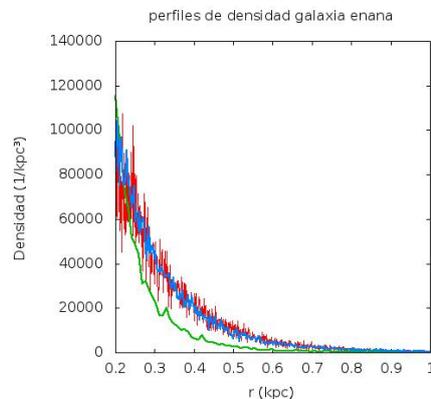


**FIGURA 7:** Conjunto de galaxias enanas envueltas de un halo de materia oscura luego 10 Gy de caída hacia el halo de la Vía Láctea, desde una distancia inicial de 1 Mpc para la asociación.

**TABLA 4:** Resultados obtenidos sobre propiedades cinemáticas de la asociación de galaxias enanas con halo de materia oscura que cae hacia la Vía Láctea, a una distancia inicial de 1 Mpc.

	distancia Vía Láctea (kpc)	distancia desde el Sol (kpc)	dispersión de velocidades (km/s)	Velocidad radial media (km/s)
enana1	327.40	327.97	5.41	146.41
enana2	409.80	410.34	5.77	119.47
enana3	351.71	352.21	5.57	126.06
enana4	374.08	374.82	6.58	132.01
enana5	450.93	451.37	6.10	149.28
enana6	367.35	367.93	6.41	143.15
<b>promedio</b>	<b>380.21</b>	<b>380.77</b>	<b>5.97</b>	<b>136.06</b>

En la figura 8 se muestran ejemplos para los perfiles de densidad de las enanas donde podemos observar su comportamiento antes (rojo), libres de materia oscura (azul) y envueltas en halos de materia oscura (verde) luego de 10 Gy de caída. Puede observarse como las estructuras se mantienen compactas pese a las fuerzas de marea por interacción con el potencial de la Vía Láctea y entre sí mismas. En el caso que se incluye la componente del halo de materia oscura este contribuye a mantener la estructura más compacta.



**FIGURA 8:** Perfiles de densidad de las galaxias enanas antes (rojo) y después de la caída hacia el halo de materia oscura de la Vía Láctea: sin materia oscura (azul) y con halo de materia oscura (verde).

## 4 Conclusiones

Sobre la formación del disco de satélites de la Vía Láctea: descartamos asociaciones de galaxias enanas que se encontraran en distancias iguales o mayores a 2 Mpc debido a que su tiempo de caída es superior a un tiempo de Hubble. Así mismo, se puede afirmar que asociaciones de galaxias periféricas al Grupo Local ubicadas a estas distancias no podrían ser considerados como objetos que en un futuro pudiesen hacer parte de esta estructura del disco de satélites siguiendo este tipo de órbitas.

En cuanto a la morfología de las galaxias enanas: luego de 10 Gy de interacción con la Vía Láctea se observa que cuando se encuentran envueltas por un halo de materia oscura estas se mantienen más compactas pese a los efectos de fuerzas de marea. Esto contribuye al hecho de considerar que la presencia de halos de materia oscura para las galaxias enanas.

En cuanto a distancias de ubicación que presentan las galaxias enanas alrededor de la Vía Láctea: las distancias en las que se ubican se ajusta mejor para el modelo libre de materia oscura teniendo en cuenta que la mayoría de las galaxias se encuentran a distancias entre 280 kpc y 500 kpc.

## Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por la Universidad Nacional de Colombia y Colciencias a través del programa Jóvenes Investigadores convocatoria No. 617 de 2013. Se contó, además, con la colaboración de otros miembros del grupo de investigación de astrofísica de la Universidad Nacional de Colombia.

## Referencias bibliográficas

- 1 M. Mateo, Annual Review of Astronomy & Astrophysics, 36, p. 435–506 (1998).
- 2 G. Da Costa, In Gibson, B. K., Axelrod, R. S. and Putman, M. E., Society of the Pacific Conference Series (1999). 165, p. 153.
- 3 E. Lokas, Dark matter in dwarf galaxies of the Local Group, ArXiv e-prints (2011).
- 4 L. Mayer, Intitute for Theoretical Physics, University of Zürich, Article ID, 278434, p. 21 (2010)
- 5 B. Tully et. al., ApJ, 13, p. 729-748 (2006).
- 6 R. Casas, V. Arias, K. Peña & P. Kroupa, MNRAS. 424, p. 1941-1951 (2012).
- 7 A. Klyping, A. Kravtsov and O. Valenzuela, ApJ. 522, p. 82-92 (1999).
- 8 B. Tully et. al., ApJ. 802, p 5. (2015).
- 9 O. Müller, et al., Astronomy & Astrophysics. 595, p. 9 (2016).
- 10 M. Metz, P. Kroupa, and H. Jerjen. MNRAS. 374, p. 1125 (2007)
- 11 M. Metz, P. Kroupa, and H. Jerjen, MNRAS, 394, 2223 (2009).
- 12 M. Metz, P. Kroupa and N. Libeskind, ApJ, 680, p. 287-294 (2008).
- 13 M. Pawlowski, et al., MNRAS, 442, 2362-2380. (2014).
- 14 G. Angus et. al., MNRAS, 416, p. 1401-1409 (2011).
- 15 Tesis: A. Casallas. Estudio de la formacion del disco de satelites de la Vía Láctea (DoS) como un grupo de progenitores que entra al halo de la Galaxia. (Trabajo final de maestría). Bogotá, departamento de física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia; 2012. p. 1-88.
- 16 Tesis: D. Cubillos (2013). Estudio de la formación de galaxias enanas esferoidales satélite de la Vía Láctea mediante la simulación de colisión de dos galaxias. (Trabajo final de maestría). Bogotá, departamento de física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia; 2013. p. 1-104.
- 17 M. Pawlowski, P. Kroupa and H. Jerjen, MNRAS, 435, p. 1928 (2013).
- 18 V. Springel , MNRAS, 365, p. 1105-1134. (2005).
- 19 J. Binney & S. Tremaine. *Galactical Dynamics*, (Princeton University U.K. Second Edition, 2008). ISBN: 987-0691130279 p. 904.
- 20 H. Plummer, MNRAS. 71, p. 460-470 (1911).
- 21 L. Henrquist , ApJ. 356, p. 359-364 (1990).
- 22 J. Navarro, C. Frenk and S. White, ApJ, 490, pp. 493-508 (1997).
- 23 T. Sawala. Simulation of Dwarf Galaxy Formation. An der Faluktät für Phisik, Ludwig Maximilians Universität-München, 2011.
- 24 V. Springel and S. White, MNRAS. 307, pp. 162-178 (1999).



## Detección de supernovas en tiempo real en grandes volúmenes de datos

Francisco Förster, Juan Carlos Maureira, Guillermo Cabrera, Pablo Estévez, Ginés Guerrero, Jaime San Martín y Eduardo Vera  
Centro de Modelamiento Matemático (CMM)  
Universidad de Chile

**Resúmen:** Presentamos los resultados del High cadence Transient Survey (HiTS), un levantamiento del cielo cuyo objetivo es detectar y seguir transientes ópticos con escalas de tiempo características de horas a días, especialmente las primeras horas visibles de las explosiones de supernova. HiTS usa la cámara Dark Energy Camera (DECam) instalada en el Telescopio Blanco de Cerro Tololo (AURA Observatory in Chile) y un sistema de reducción de datos que incluye restas de imágenes, filtrado y visualización de candidatos, que funciona en tiempo real para ser capaz de reaccionar rápidamente a los nuevos objetos transientes. Discutimos el diseño del levantamiento; los desafíos técnicos asociados con el análisis en tiempo real de estos grandes volúmenes de datos, entre los que se encuentra la transmisión de imágenes de 520 millones de píxeles a más de 500 km de distancia y cada 90 segundos a través de conexiones de microondas y de fibra óptica; y nuestros primeros resultados. En nuestras campañas de 2013, 2014 y 2015 detectamos más de 120 candidatos a supernovas jóvenes, pero no encontramos una clara señal de la breve emergencia de la onda de choque de la supernova, el shock breakout (SBO), que se origina luego del colapso del núcleo de una super gigante roja, y que fue el objetivo inicial de nuestra búsqueda. Usando la distribución empírica de magnitudes límite medimos la fracción esperada de recuperación de curvas de luz que incluían el máximo óptico de los SBOs usando modelos de Tominaga et al. 2011 y Nakar & Sari 2010. A partir de este análisis no podemos descartar los modelos de Tominaga et al. 2011 bajo ninguna distribución razonable de masa de las estrellas progenitoras, pero podemos descartar marginalmente los SBOs brillantes y de mayor duración de los modelos de Nakar & Sari 2010 usando la distribución de masas de progenitores más probable. Finalmente, discutimos las implicaciones de este trabajo para futuros bases de datos masivas producidas por nuevos observatorios astronómicos como el LSST.

**Abstract:** We present the first results of the High cadence Transient Survey (HiTS), a survey whose objective is to detect and follow-up optical transients with characteristic timescales from hours to days, especially the earliest hours of supernova (SN) explosions. HiTS uses the Dark Energy Camera (DECam) installed at the Blanco Telescope in Cerro Tololo (AURA Observatory in Chile) and a custom made pipeline for image subtraction, candidate filtering and candidate visualization, which runs in real-time to be able to react rapidly to the new transients. We discuss the survey design; the technical challenges associated with the real-time analysis of these large volumes of data, among these the transmission of 520 million pixel images at more than 500 km of distance and every 90 seconds via antenna and fiber optics links; and our first results. In our 2013, 2014 and 2015 campaigns we have detected more than 120 young SN candidates, but we did not find a clear signature from the short-lived SN shock breakouts (SBOs) originating after the core collapse of red supergiant stars, which was the initial science aim of this survey. Using the empirical distribution of

limiting–magnitudes from our observational campaigns we measured the expected recovery fraction of randomly injected SN light curves which included SBO optical peaks produced with models from Tominaga et al. (2011) and Nakar & Sari (2010). From this analysis we cannot rule out the models from Tominaga et al. (2011) under any reasonable distributions of progenitor masses, but we can marginally rule out the brighter and longer–lived SBO models from Nakar & Sari (2010) under our best–guess distribution of progenitor masses. Finally, we highlight the implications of this work for future massive datasets produced by new astronomical observatories such as LSST.

La llegada de una nueva generación de cámaras astronómicas CCD actualmente funcionando (e.g. iPTF, SkyMapper, Pan-STARRS, OmegaCam, DECam, Hyper Superim-Cam, KMTNet) y en planificación (e.g. ZTF, LSST) está revolucionando nuestra comprensión del Universo gracias a sus capacidades de levantamiento. Con estos instrumentos, grandes regiones del cielo están siendo observadas a muy grandes distancias, y también transientes ópticos poco frecuentes y de corta vida están siendo descubiertos a medida que estas regiones se observan con una alta cadencia. Lo anterior presenta no sólo oportunidades para estudiar nuevos fenómenos astrofísicos, pero también presenta desafíos desde el punto del manejo y análisis de datos. Grandes volúmenes de datos tendrán que ser procesados en tiempo real para gatillar observaciones complementarias que ayuden a entender la naturaleza de estos transientes detectados (e.g. Gal-Yam et al. 2014).

El *High cadence Transient Survey (HiTS)* es un levantamiento de descubrimiento en el cielo que aprovecha el gran *etendue*, el producto de área colectora por campo de visión, de la cámara *Dark Energy Camera (DECam)*, montada en el telescopio de 4 metros Blanco en el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo (CTIO). La rápida conectividad disponible entre CTIO y el Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile (CMM-UCHile), y las capacidades de cómputo del Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento (NLHPC-Chile), nos permiten observar y analizar datos de alta cadencia de DECam en tiempo real. Debido a que DECam es la cámara de mayor *etendue* del hemisferio sur hasta la llegada del telescopio LSST, HiTS puede ser considerado un proyecto precursor para algunos de los desafíos relacionados al análisis de grandes volúmenes de datos, observaciones de alta cadencia de campos particulares y, dependiendo de la cadencia, la exploración de la población de transientes de escalas de tiempo de horas. HiTS intenta explorar la población de transientes ópticos u objetos periódicos con escalas de tiempo características entre horas y días (c.f. Kasliwal et al. 2010) y magnitudes aparentes de hasta 24.5 magnitudes. Su principal motivación científica es descubrir las elusiva emergencia de las onda de choque que resultan del colapso del núcleo y explosión de estrellas súper gigantes rojas (Falk 1978, Schawinski et al. 2008, Gezari et al. 2008), pero también se enfoca en el estudio de explosiones jóvenes de supernovas en general. Lo anterior incluye estrellas compañeras de progenitores de supernovas de tipo Ia siendo impactadas por la supernova (e.g. Marietta et al. 2000, Kasen 2010, Bianco et al. 2011, Bloom et al. 2012, Goobar et al. 2014, Marion et al. 2016, Cao et al. 2015); la fase de enfriamiento post onda de choque de supernovas de colapso del núcleo, que

entrega información acerca del tamaño de los progenitores y sus ambientes circumstelares (Moriya et al. 2011, González-Gaitán et al. 2015, Arcavi et al. 2016); y las curvas tempranas de supernovas de tipo Ia, cuya diversidad puede deberse a diferentes perfiles radioactivos en sus capas más externas (Piro & Nakar 2014).

En esta presentación discutiremos algunos de los aspectos de la física de explosiones de estrellas súper gigantes rojas durante sus fases más tempranas; cómo se diseñó el levantamiento y los detalles de nuestra estrategia observacional; cómo se transfirieron los más de  $1e12$  pixeles a una tasa de  $5e8$  cada 90 segundos; cómo se llevó a cabo el análisis de los datos, incluyendo una breve descripción de un nuevo sistema de resta de imágenes, clasificación de candidatos y herramientas de visualización; algunos de nuestros primeros resultados, incluyendo una descripción detallada de un análisis de la magnitud límite del telescopio y las implicancias para los modelos teóricos de SBOs; así como las implicancias más generales de este trabajo considerando el futuro telescopio LSST. También se discutirán resultados paralelos no esperados originalmente utilizando los datos generados por HiTS, entre los que se encuentran el descubrimiento de miles de asteroides no conocidos, cientos de estrellas variables no conocidas, algunas de ellas a grandes distancias dada la profundidad de nuestro levantamiento, y nuevos métodos de análisis de datos y series de tiempo que surgieron motivados por este trabajo.

En relación a los temas de esta conferencia, se describirá la experiencia acumulada en la creación de las actuales capacidades y la construcción de la presente infraestructura de e-Ciencia existente en NLHPC/CMM-UChile disponibles en el país a través de REUNA y su proyección regional a través de RedClara. También se discutirán los desafíos de conectividad presentados por este proyecto, algunas de las dificultades encontradas, y las oportunidades que una conectividad más expedita ofrecería para futuros experimentos que exploren escalas de tiempo aún más pequeñas utilizando una nueva generación de cámaras astronómicas CMOS (e.g. Tomo-e Gozen), con tiempos de lectura cercanos a cero y latencias muchísimo menores a las ofrecidas por las actuales cámaras CCD. Argumentamos que el desafío de analizar estos datos en un *stream* que probablemente no será posible almacenar requiere de niveles de conectividad sólo alcanzables durante las próximas décadas.



## La Red Ecuatoriana de Investigación en Astropartículas y Clima Espacial RedERACLI

Dennis Cazar Ramírez<sup>[a]</sup>, Edgar Carrera Jarrín<sup>[a]</sup>, Nicolás Vásquez<sup>[b]</sup>, Mario Audelo<sup>[c]</sup>

dcazar@usfq.edu.ec

[a] Colegio de Ciencias e Ingenierías “El Politécnico”, Universidad San Francisco de Quito, Quito - Ecuador.

[b] Departamento de Física, Escuela Politécnica Nacional, Quito - Ecuador.

[c] Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador

**Resumen:** El siguiente trabajo describe los objetivos, actividades y visión futura de la Red Ecuatoriana de Investigación en Astropartículas y Clima Espacial RedERACLI, formada en Ecuador en el 2015 gracias al financiamiento de CEDIA. Se hace una descripción de la naturaleza del problema a investigar, las técnicas usadas, especialmente las TICs y herramientas de e-Colaboración que han permitido la creación de una red de colaboración científica a nivel nacional en el campo de la Astrofísica y Clima Espacial

### Introducción

Los rayos cósmicos son radiaciones de altísima energía que se originan fuera del sistema solar [1], se componen principalmente de protones de alta energía y núcleos atómicos, sus fuentes de origen todavía son desconocidas. Datos del telescopio espacial Fermi dan evidencia de que un posible origen pueden ser las supernovas o las estrellas masivas.

Los rayos cósmicos son de gran interés científico por varias razones. Son una de las pocas fuentes de materia provenientes de fuera del sistema solar a la que tenemos acceso en la tierra, son partículas que poseen 40 millones de veces más energía de las que se producen en el Large Hadron Collider del CERN por lo que su estudio permite realizar investigaciones en astrofísica y física de altas energías.

La interacción de un rayo cósmico (RC o primario) con la atmósfera ocurre típicamente a alturas de entre 10km y 40km sobre la superficie terrestre y genera cascadas de partículas cuya cantidad, en el punto máximo del desarrollo, es proporcional a la energía del rayo primario. Estas partículas se distribuyen en tres componentes principales: la componente electromagnética (formada por electrones  $e^\pm$  y fotones  $\gamma$ ), la componente muónica (formada por muones  $\mu^\pm$  provenientes del decaimiento de mesones cargados, típicamente  $\pi^\pm$  y  $K^\pm$ ), y la componente hadrónica (formada por hadrones, nucleones y algunos núcleos livianos).

A energías por debajo de algunos GeV el flujo de RC está totalmente dominado por el viento solar, mientras que la modulación solar puede

influenciar hasta RC con energías de algunos cientos de GeV. El efecto del campo geomagnético terrestre se presenta como un corte difuso para energías del orden de 10GeV, dependiendo de la latitud y longitud del lugar donde se realizan las mediciones.

La evolución de la cascada resulta entonces de la composición de dos factores claves: la producción de nuevas partículas por reacciones nucleares y decaimientos de partículas inestables y la absorción de partículas de baja energía en la atmósfera. Por lo tanto, el flujo de secundarios (partículas generadas por los primarios) registrados por un detector corresponde a la producción de partículas durante el desarrollo de la misma y a la absorción atmosférica integrada en el sitio de detección.

### **Rayos Cósmicos Galácticos y la Actividad Solar**

El estudio del transporte de rayos cósmicos galácticos (RCG) en la heliosfera se enmarca dentro de lo que se conoce como Clima Espacial. Este transporte es modulado por diversos mecanismos físicos que pueden clasificarse de acuerdo a su extensión espacial o respecto a su duración temporal. Entre los primeros encontramos procesos de gran escala relacionados con el campo magnético heliosférico, y los segundos, fenómenos transitorios como los generados por la Eyección de Masa Coronal Interplanetaria (ICME).

Las observaciones realizadas desde la superficie de la Tierra pueden complementar las observaciones realizadas con sondas espaciales. Recientemente se ha probado la sensibilidad de grandes arreglos de detectores Cherenkov de agua (WCD) para el estudio de la modulación solar del flujo de RCG al implementarse la técnica de partículas individuales SPT en el arreglo de superficie del Observatorio Pierre Auger. Este arreglo fue originalmente diseñado para el estudio de los rayos cósmicos de ultra-alta energía ( $10^{18}$  eV) [2], y consta de más de 1660 WCDs[3] que cubren una superficie de 3000 kilómetros cuadrados a una altura de 1400 msnm. En la actualidad se han realizado progresos en técnicas avanzadas de análisis de datos que permitirán aplicar esta técnica a detectores individuales y pequeños arreglos de detectores Cherenkov en agua, en el marco del proyecto LAGO Solar [4].

Por su bajo costo y razonable eficiencia, uno de los detectores más comunes en Física de rayos cósmicos es el detector Cherenkov de agua WCD[5]. Estos detectores se componen típicamente de un volumen de agua que va desde uno a miles de metros cúbicos, y con uno o varios fototubos PMT (Photo-Multiplier Tube) que detectan la radiación Cherenkov producida por el paso de partículas cargadas con velocidad mayor a la velocidad de la luz en el agua y la convierten en un impulso eléctrico, estos impulsos son digitalizados y almacenados en archivos de datos para su posterior análisis[6].

Entonces los WCDs poseen la capacidad de detectar los fotones presentes de las cascadas de partículas que se generan en la atmósfera, las que constituyen aproximadamente el 70% del total de partículas de las Cascadas Aéreas Extensas (EAS). Con un metro cúbico de agua se alcanzan altas probabilidades de conversión de un fotón en un par  $e^{\pm}$ [7].

### **Simulaciones numéricas y datos sintéticos**

La física de partículas, la astrofísica y la Geofísica Espacial se encuentran entre las ciencias que más necesitan de las simulaciones numéricas para poder desarrollarse. Hay dos razones fundamentales para esto; la primera es que la experimentación, en sentido clásico, es muy difícil de implementar y la segunda es que los eventos naturales que pueden darnos información suceden muy raramente.

Por este motivo se recurre masivamente a la experimentación “in silico” para realizar desarrollar modelos teóricos de los eventos de interés y para diseñar detectores y simular su respuesta al paso de astropartículas.

En el desarrollo e implementación de un WCD es necesario simular la respuesta que el detector tendrá a una lluvia de rayos cósmicos para poder confrontar los resultados con los datos experimentales y poder así refinar modelos teóricos y calibrar los detectores[8].

El detector es modelado con software como GEANT4 (GEometry ANd Tracking), tomando en cuenta todas sus características: dimensiones y forma del tanque, transparencia del agua, material reflectante, respuesta del PMT y de la electrónica de adquisición. Se generan cantidades masivas de “datos sintéticos” que se analizan y se confrontan con datos experimentales para calibrar correctamente el detector.

Se desarrollan modelos que describen los componentes de los RCs y su interacción con campos magnéticos y la materia. Software como FLUKA (FLUktuierende KAskade) desarrollado por el CERN y basado en métodos Monte Carlo, o CORSIKA (COsmic Ray Simulations for KAscade) que pueden simular lluvias de rayos cósmicos hasta 100EeV de energía. Estas simulaciones toman en cuenta la forma y composición de la atmósfera, altitud y posición geográfica, así como también la rigidez magnética, entre otras variables.

Los métodos Monte Carlo realizan un masivo uso de recursos computacionales, por lo que es necesario un sistema de cómputo de alto rendimiento o HPC (High Performance Computer) para poder correr las campañas de simulación necesarias para adquirir datos que nos ayuden a refinar y corregir nuestros modelos y generar “datos sintéticos” válidos[9].

Por la complejidad de los modelos la cantidad de datos sintéticos es enorme, su almacenamiento, catalogación, curaduría deben implementarse usando técnicas de BigData y configurando repositorios de datos de alto rendimiento[10,11] y sofisticado software de análisis de datos como ROOT[12].

### **Descripción de la Red**

Por lo antes expuesto se determina que para desarrollar investigación en el campo de las Astropartículas y Clima Espacial se necesita de la colaboración de científicos e ingenieros de diversas especializaciones, a saber, astrofísicos, físicos de partículas, matemáticos, informáticos, electrónicos, mecánicos, en fin, profesionales que posean conocimientos avanzados sobre

- Astrofísica
- Física de Partículas
- Instrumentación Científica
- Simulaciones Numéricas
- Big Data y Repositorios de Datos

En el Ecuador existen investigadores trabajando en diferentes universidades que poseen el conocimiento y la experiencia en estos campos, algunos de ellos forman parte de la Colaboración LAGO desde 2011, las universidades a las que pertenecen son:

- Universidad San Francisco de Quito USFQ, Quito
- Escuela Politécnica Nacional EPN, Quito
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, Riobamba

En el 2015 estas universidades fueron ganadoras del Concurso de Proyectos CEPRA, patrocinado por la Red CEDIA para ejecutar el proyecto “Creación de la Red Ecuatoriana de Investigación en Astropartículas y Clima Espacial” CEPRAIX-4-2015-Astropartículas. El objetivo general de este proyecto fue el de crear una estructura de e-colaboración con laboratorios especializados en cada universidad participante para desarrollar investigaciones conjuntas.

Para realizar estudios sobre el flujo de RC y su influencia en el clima espacial se debe contar con una red de detectores que proporcionen “datos experimentales” de calidad que puedan ser analizados, estos datos deben ser comparados y corregidos con los “datos sintéticos” obtenidos mediante campañas de simulación numérica; para disponer de ellos se deben realizar las siguientes tareas:

Realizar simulaciones detalladas de la interacción de la radiación cósmica con la atmósfera que permita determinar con precisión el flujo de partículas secundarias en el lugar de instalación del WCD. Se busca caracterizar los flujos de partículas secundarias que serán registrados por los WCD y con ello estudiar la propagación de los rayos cósmicos en la magnetosfera hasta el ingreso a la atmósfera[13].

Desarrollar sistemas de adquisición de datos para detección de partículas para la implementación de detectores de radiación cósmica híbridos (WCD y centelleo) y autónomos (alimentación solar o batería), con un conjunto de sensores de variables ambientales. De esta manera cada detector se convierte en una nube de sensores capaces de registrar las variables climáticas de su entorno cercano[14].

Desarrollar ambientes de preservación y análisis de datos. Se busca impulsar la e-Astrofísica de Rayos Cósmicos en Ecuador. Para ello, nos proponemos garantizar el libre acceso a los datos producidos por la Red a toda la comunidad académica nacional e internacional. Esto permitirá impulsar el área específica de las Astropartículas (Astrofísica y Física de Partículas, Astronomía Gamma, Física Solar, Astronomía Galáctica y

Extragaláctica, Cosmología y más recientemente Materia Oscura y Física de neutrinos) en Ecuador.

Al presente la Red Ecuatoriana de investigación en Astropartículas cuenta con 4 investigadores principales, 4 investigadores asociados, 12 estudiantes de pregrado y postgrado. Laboratorios de investigación en dos sedes (USFQ y EPN) y detectores WCD instalados en cada Universidad. Un repositorio de datos alojado en los servidores de CEDIA y acceso al HPC-USFQ para la realización de simulaciones.

La Red colabora estrechamente con el proyecto LAGO[4] con la cual comparte objetivos y actividades, en particular la Red se esfuerza por conseguir financiamiento local para el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo, organización de cursos, workshops y seminarios en las áreas de Astrofísica, Electrónica y Análisis de Datos.

En el 2015 y 2016 la Red ha organizado varios talleres y seminarios de capacitación en áreas básicas de investigación en este tema (herramientas para análisis de datos, principios de física de astropartículas, técnicas de detección) que han permitido uniformizar los conocimientos de los miembros del grupo creando un “lenguaje común” que facilite la comunicación y colaboración.

En una siguiente fase se prevé incorporar a la Red a otras universidades ecuatorianas para ampliar la cobertura geográfica de los detectores, mediante la instalación de otros detectores WCD y por sobre todo poder contar con profesionales que puedan colaborar activamente en las actividades de investigación.

## TICs usadas en el proyecto

Por la naturaleza deslocalizada de la Red, el uso intensivo de recursos computacionales de alto rendimiento y la producción masiva de datos experimentales la Red se apoya en las TICs para lograr sus objetivos. A continuación se describen algunos de ellos:

Se ha creado un repositorio de datos basado en Dspace para almacenar la información generada por:

- Las campañas de simulación de RCG, EAS y flujo de partículas a diferentes altitudes y posiciones geográficas
- Las simulaciones de la respuesta de los detectores WCD diseñados por la Red a la llegada de las cascadas de partículas subatómicas
- Scripts y otros programas creados para la catalogación y análisis de datos sintéticos
- Los datos experimentales generados por los detectores en tres estados: RAW (datos originales) Level 1 (datos corregidos por presión y temperatura) Level 2 (Datos analizados) Level 3 (Flujo, histogramas de pico y carga)

En el caso de los datos sintéticos se debe preservar toda la información sobre la configuración del experimento (modelos, input files, scripts, versiones del SW usado) de modo que cualquier miembro de la Red en cualquier momento y en cualquier lugar sea capaz de replicar el experimento "in silico". Esto con el doble fin de comprobar los resultados obtenidos y validar procedimientos para futuros trabajos.

Está en desarrollo un sistema automático de upload de datos RAW de los detectores, de modo que cada 24 horas los detectores envíen la información recolectada y un sistema extra de backup de datos para aumentar los niveles de seguridad.

Junto con la Colaboración LAGO se busca proponer nuevos esquemas y algoritmos para innovar en:

1. La captura de datos desde el instrumento. Para ello nos proponemos incorporar esquemas como SWORD (Simple Web-service Offering Repository Deposit) [57] que permitan realizar una primera catalogación de los datos incorporando de forma automática los primeros metadatos que permitan mejorar la interoperabilidad de los datos con otros servidores equivalentes en otras disciplinas.
2. El almacenamiento y recuperación de los archivos de datos. Estos datos son muy detallados y deben almacenarse en un formato optimizado, comprimido y referenciado desde una meta-base de datos (base de datos de metadatos). El sistema deberá realizar las búsquedas y recuperaciones desde los metadatos, recuperar los archivos según la solicitud del usuario. Atendiendo a parámetros como hora, fecha, tipo de datos (calibración, registro o simulación), tipo de archivo (rayos cósmicos, flujo de secundarios o traza muones) y tipo de formato.
3. La calidad y linaje de datos. Esto es indispensable para generar confianza en la utilización compartida de datos en un experimento distribuido como LAGO. Para ello proponemos la incorporación de algoritmos que generen alertas tempranas referidas al funcionamiento de la electrónica de captura de datos. Estos algoritmos podrán apuntar algunos indicios del mal funcionamiento de la electrónica de captura, alertando a la instalación sobre el funcionamiento de los detectores y evitando que datos mal registrados puedan ser preservados en el repositorio.
  - Reforzar e impulsar la iniciativa LAGODatos para desarrollar e incorporar nuevas facilidades a esta red de repositorios de datos científicos. Particularmente, estamos interesados en ofrecer la posibilidad de realizar análisis de datos en línea utilizando varios esquemas estadísticos. En particular se explorará la efectividad de esquemas estadísticos de co-ocurrencia para intentar descubrir señales de GRB en los datos, o métodos estadísticos de búsqueda de señales periódicas de análisis espectral de datos de separación variable, como el método de Lomb.
4. Consolidar la iniciativa del proyecto LAGOVirtual integrando procesos de análisis de datos, incorporando algoritmos de aprendizaje computacional y estrategias de Big Data que permitan manejar/analizar grandes

volúmenes de datos con diferentes formatos e integrarlos a ambientes de código abierto (open source) para soportar procesos de descubrimiento de conocimiento a través de su análisis y visualización tales como ROOT.

5. Para el desarrollo de Software y Hardware en manera deslocalizada se han usado sistemas de control de versión, como gitHub. En este modo se puede tener la historia de todas las modificaciones hechas en archivos y programas, planificar entregas de versiones de prueba de los programas (para debugging) o versiones estables para integración y verificación.

Los sistemas de control de versión nos permite también generar toda la documentación asociada al desarrollo de un proyecto, desde la fase de planificación a la de ejecución hasta la de entrega de resultados.

## Lecciones aprendidas

La colaboración entre grupos de investigación de diferentes universidades y por sobre todo de diferentes campos de expertise como los que conforman la Red ha propuesto atacar y resolver algunos problemas de organización, comunicación y método que detallamos a continuación:

**Planificación de Actividades:** para organizar, planificar y controlar el desarrollo de actividades de investigación se han utilizado métodos de Project Managment, como Critical to Path (CPM), Risk Analysis (RAC) que nos ha permitido dividir las actividades entre críticas y no-críticas, de modo que se respeten los tiempos de ejecución de las mismas y no se creen cuellos de botella ni retrasos. Los integrantes del grupo se han dividido también en subgrupos de trabajo para optimizar recursos.

**Comunicación:** con una adecuada planificación de actividades, se han reducido al mínimo las reuniones de coordinación y se han preferido reuniones de trabajo en actividades específicas; se ha preferido dar la mayor libertad en la ejecución de tareas ya que el trabajo independiente de los subgrupos incentiva la creatividad y la adopción de nuevas ideas.

Creación de un "lenguaje común": se ha dedicado un esfuerzo enorme para que todos los miembros de la Red puedan interactuar de modo eficiente. Al inicio del proyecto se han desarrollado talleres y seminarios en los diferentes tópicos teóricos y experimentales que cubre el proyecto, de modo que todos los integrantes del mismo tengan un conocimiento básico común que les permita comprender los objetivos y actividades de cada subgrupo.

**Documentación del proyecto:** se han usado sistemas de control de versión sobre todas las actividades de desarrollo, especialmente en el desarrollo de software (para simulaciones o sistemas de detección). Esta práctica nos permite conocer las modificaciones hechas en cada paso del desarrollo para poder documentarlo correctamente en reportes y resúmenes que se

confrontan con las especificaciones y objetivos de cada actividad para determinar la calidad de producto desarrollado, es decir, si se han cumplido los objetivos en términos de contenidos, tiempo y costo.

## Conclusiones

La Red Ecuatoriana de Investigación en Astropartículas y Clima Espacial ha demostrado ser una iniciativa válida para el desarrollo de ciencia y tecnología en un ambiente multidisciplinario y disgregado en el territorio.

La aplicación de principios de Project Management en todas las etapas del proyecto (planificación, ejecución y control) nos ha permitido optimizar recursos tanto humanos, como temporales y económicos.

El uso de sistemas de control de versión para el desarrollo deslocalizado de software y hardware nos ha permitido coordinar las actividades de manera eficiente y poder mantener bajo control el desarrollo, no solo desde el punto de vista temporal sino también de calidad y generar una adecuada documentación del mismo.

Se han creado 2 laboratorios de investigación donde nuevos miembros de la Red pueden ser formados en tareas relacionadas con la Instrumentación Científica y el análisis de Big Data; además de poder desarrollar nuevos sistemas de detección de partículas y radiación.

El repositorio de datos de la Red nos permite compartir información de forma eficiente, tener un acceso universal a los datos experimentales y sintéticos generados por los experimentos y poder almacenar bibliografía de uso común para nuestro grupos (textos, artículos, tesis, etc)

Esta experiencia nos demuestra que el trabajo colaborativo entre profesionales de diferentes áreas en un tema tan complejo como el nuestro es posible gracias al uso de tecnologías para e-colaboración, planificación de proyectos con método empresarial y la actitud de mente abierta y entusiasta de todo el grupo de trabajo

## Referencias

1. Sharma (2008) Atomic and Nuclear Physics, Pearson Education, p. 478
2. S.Vernetto. Detection of gamma-ray bursts in the 1GeV-1TeV energy range by ground-based experiments. *Astroparticle Physics*, 13:75–86, March 2000.
3. J. Abraham et al, Auger Collaboration. Properties and performance of the prototype instrument for the Pierre Auger Observatory. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 523(1-2):50–95, May 2004.

4. The LAGO Collaboration [H. Asorey]. The LAGO Solar Project. In Proceedings of the 33th International Cosmic Ray Conference ICRC 2013, volume in press, pages 1–4, Río de Janeiro, Brazil, 2013
5. D Allard, I Allekotte, C Alvarez, H Asorey, H Barros, X Bertou, O Burgoa, M Gomez Berisso, O Martínez, and P Miranda Loza. Use of water-cherenkov detectors to detect gamma ray bursts at the large aperture grb observatory (lago). Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A, 595(1):70–72, 2008.
6. R. Quishpe, M. Audelo, M. Calderón, E. Carrera, D. Cazar, D. Guerrero, C. Mantilla, O. Martinez, S.Vargas, N. Vasquez, C. Velasquez, for the LAGO Collaboration, “Panchito” Water Cherenkov Detector Water Studies for the LAGO Collaboration, Nuclear and Particle Physics Proceedings Volumes 267–269, Pages 1-492 (October–December 2015) X Latin American Symposium of High Energy Physics
7. M. Sofo Haro, L.H. Arnaldi. The data acquisition system of the Latin American Giant Observatory (LAGO). Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. Volume 820, 1 June 2016, pages 34-39
8. Y.F. Perez, Calibración de los Detectores Cherenkov del Proyecto LAGO. Tesis de grado. Universidad de los Andes, Merida, Venezuela 2009
9. A. Borda, J. Careless, M. Dimitrova, J. Fraser, M. Frey, P. Hubbard, S. Goldstein, C. Pung, M. Shoebridge, and N. Wiseman. Report of the working group on virtual research communities for the oste-infrastructure steering group. Technical report, Office of Science and Technology, London UK, 20064
10. N. Wilkins-Diehr, D Gannon, G. Klimeck, S. Oster, and S. Pamidighantam. TeraGrid science gateways and their impact on science. Computer, 41(11):32–41, 2008.
11. S. Wang and Y Liu. Tera Grid GIScience gateway: bridging cyber infrastructure and GIScience. International Journal of Geographical Information Science, 23(5):631–656, 2009.
12. ROOT Data Analysis Framework, <https://root.cern.ch/>
13. R Barbera, M. Fargetta, and R. Rotondo. A Simplified Access to Grid Resources by Science Gateways. In The International Symposium on Grids and Clouds and the Open Grid Forum, Taipei, Taiwan, March 2011.
14. S. Vargas, C. Mantilla, O. Martinez, N. Vásquez and D. Cazar-Ramirez and F.T. LAGO Collaboration. LAGO Ecuador, Implementing a set of WCD detectors for Space weather research: first results and further developments. ICRC 2015 PoS(ICRC2015)135



## **SESIÓN e-SALUD**



## **Plataforma virtual de sensibilización en discapacidades para instituciones públicas y privadas del Ecuador**

Patricio Lara Alvarez<sup>1</sup>, Janio Jadán-Guerrero<sup>2</sup>

1 Facultad de Ingeniería en Sistemas, Universidad Tecnológica Indoamérica, Av. Manuelita Sáenz y Agramonte, Ambato - Ecuador  
patolara@uti.edu.ec

2 Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos (MIST), Universidad Tecnológica Indoamérica, Av. Machala y Sabanilla, Quito - Ecuador  
janiojadan@uti.edu.ec

**Resumen.** La plataforma virtual de Sensibilización en Discapacidades para instituciones públicas y privadas del Ecuador es una iniciativa que surgió de un convenio entre la Universidad Tecnológica Indoamérica – UTI y el Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades – CONADIS, con el apoyo del Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional – SECAP, y el aval del Ministerio del Trabajo. La plataforma fue diseñada con el objetivo de informar, educar y sensibilizar al talento humano de instituciones públicas y privadas, organizaciones sociales de y para la discapacidad, comunidad educativa, personas con y sin discapacidad y sus familias en el ámbito de la discapacidad. El desarrollo tecnológico de esta plataforma se basó en tres fases: (i) Instalación y configuración de la Infraestructura Tecnológica, (ii) Diseño de la Metodología Pedagógica, y (iii) Desarrollo de Objetos de Aprendizaje. El diseño de la plataforma se inició en abril de 2013 y se puso en ejecución en enero de 2014. Hasta diciembre de 2016 se registraron 137,591 usuarios, de los cuales 63,54% aprobaron, 2,29% reprobaron y 34,15% no iniciaron la capacitación. El artículo describe esta gratificante experiencia llevada a cabo durante los últimos tres años.

**Palabras Clave:** sensibilización, educación, discapacidad, Plataforma virtual, MOOC

### **1. Introducción**

El avance de la tecnología y la facilidad del acceso a la información en la nube a través del servicio de internet, están transformando los procesos pedagógicos en la Educación Superior [1]. Cada vez más instituciones a nivel mundial y en especial en Latinoamérica adaptan nuevas tecnologías para implementar educación a distancia o cursos abiertos y masivos [2][3]. Sin embargo, no basta únicamente con la aplicación de la tecnología sino también debe ir de la mano de nuevos modelos pedagógicos y a su vez accesibles para cualquier persona [4].

Una de estas transformaciones es la Educación Virtual, la cual está soportada en plataformas tecnológicas especializadas bajo un modelo de comunicación al servicio del estudiante que geográficamente está distante, que tiene diversidad de necesidades y que requiere de verdaderos procesos

de comunicación que le posibiliten adelantar de manera adecuada su proceso de enseñanza aprendizaje [5].

En los últimos años se han ido formando recursos educativos abiertos que tienen como objetivo primordial cambiar las barreras y permitir libremente el intercambio de información que pueden ser impartidos a través de plataformas virtuales de aprendizaje [6], uno de ellos es el MOOC (Massive Online Open Courses - Cursos online masivos y abiertos), el cual es un curso a distancia, accesible a través de internet donde se puede apuntar cualquier persona y prácticamente sin límite de participantes [7].

Existen varios tipos de MOOCs, que utilizan teorías de aprendizaje como el conductivismo o el conectivismo, basados en modelos de adquisición y generación de conocimiento, además en la actualidad existen varios proyectos de Universidades de cursos MOOC, tales como Futurelearn impulsada por la Open University de Reino Unido, Aprendo impulsada por la Universidad Nacional de Educación a Distancia de España, Edx del MIT, Harvard y Berkeley, pero en general la mayoría tienen un problema común la alta deserción de los estudiantes que inician el curso se retiran antes de finalizarlo, y el abandono se lo debe analizar, dependiendo de la metodología o el diseño instruccional utilizado para impartir los cursos [8].

El reto de las instituciones de educación superior (IES) especialmente en Ecuador, va más allá de una reglamentación o cambio de normativa, es un desafío de carácter cultural, en el que todos los actores de la educación virtual se convencen de los beneficios, y sobre todo las mismas instituciones asuman que los procesos educativos de acompañamiento, recursos académicos, planes de estudio, y estrategias pedagógicas son importantes para evitar el alto grado de deserción.

La Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI), una institución de educación superior privada del Ecuador asumió el reto de la modalidad de Educación a Distancia en el año 2009. Durante 7 años se experimentó la necesidad de gente de las 24 provincias del Ecuador por emprender una carrera universitaria, se matricularon aproximadamente 7,000 estudiantes. Este importante número hizo posible que la UTI diseñe estrategias de infraestructura tecnológica, estrategias pedagógicas y estrategias de logística que permitieran soportar el gran número de estudiantes, además de los tutores y personal administrativo. Esta experiencia fue fundamental para que en el año 2013 la UTI firme un convenio con el Consejo Nacional de Discapacidades para el diseño y creación de la Plataforma Virtual Conadis ([www.plataformaconadis.gob.ec](http://www.plataformaconadis.gob.ec)). Este acercamiento entre Academia y Gobierno permitió el desarrollo de objetos de aprendizaje para personas con discapacidad auditiva y visual; así como la creación de cursos MOOC para la capacitación en temas de discapacidad. En este artículo se describe el proceso de diseño y el análisis de impacto que se obtuvo al capacitar alrededor de más de 130,000 participantes trabajadores del sector público de Ecuador.

En el resto del documento se presenta una sección de antecedentes y trabajos relacionados, posteriormente se describe la arquitectura tecnológica de la plataforma virtual de sensibilización, en la que se presenta una

metodología compuesta de tres fases. Finalmente, se presentan los resultados del uso de la plataforma y las conclusiones a las que llevaron esta experiencia.

## **2. Antecedentes y trabajos relacionados**

En el año 2009 la Universidad Tecnológica Indoamérica gestó dos iniciativas importantes, en el ámbito académico e investigativo respectivamente. En el ámbito académico se destaca la creación de la modalidad de Educación a Distancia, en la que ofertaron carreras de tercer nivel, tales como, Administración de Empresas y Negocios, Contabilidad y Auditoría, Educación Básica y Educación Inicial. Hasta el año 2012 se matricularon aproximadamente 7,000 estudiantes provenientes de las 24 provincias del Ecuador.

Bajo este escenario se implementaron tres estrategias de apoyo a la gestión de esta modalidad: Infraestructura tecnológica, Diseño Pedagógico y Logística. En la parte de infraestructura tecnológica se experimentaron problemas al mantener únicamente servicios de Host en servidores locales, especialmente en las fechas límite de entrega de trabajos y/o evaluaciones. Frente a esta problemática la UTI realizó una inversión considerable en servidores dedicados en Estados Unidos. Los problemas fueron solventados junto con directrices para el manejo de fechas.

En el ámbito investigativo, se abrió la primera convocatoria a proyectos de investigación, en el cual el co-autor de este artículo presentó el proyecto AINIDIU (Agente Inteligente para Niños con Discapacidad visual), en el cual se hizo un acercamiento con el Consejo Nacional de Discapacidades. Esta iniciativa abrió la oportunidad de formar un equipo de trabajo interdisciplinario entre la Organización Nacional de Ciegos del Ecuador (FENCE) y el Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de la UTI. Un ingeniero en sistemas, una psicóloga en psicorehabilitación infantil y un delegado del FENCE no vidente desarrollaron un software para facilitar la introducción de niños con discapacidad visual al uso de un computador [12].

Este proyecto permitió que se firmara un acuerdo de cooperación entre la Vicepresidencia del Ecuador, la FENCE, y la Universidad Tecnológica Indoamérica. En este convenio, se llevó a cabo un proceso de transferencia tecnológica en el cual participaron 40 estudiantes de la UTI instalando el software en aproximadamente 1200 computadoras portátiles, donadas por el programa "Misión Manuela Espejo" con el apoyo de la Vicepresidencia de Ecuador. Los estudiantes de la carrera de Educación Básica de la UTI fueron los responsables de la formación de los maestros de las escuelas y padres de los niños beneficiados en el uso del software y otra tflotecnología. Como resultado del proceso se beneficiaron niños con discapacidad visual de las 24 provincias del Ecuador [13].

### **3. Plataforma Virtual de Sensibilización CONADIS**

La Plataforma Virtual de Sensibilización CONADIS tiene por objetivo el de promover un cambio positivo de actitud a través de la sensibilización en discapacidades en los servidores públicos y privados del país para lograr la atención e inclusión efectiva y progresiva de las personas con discapacidad en la sociedad.

La plataforma reúne un conjunto de propuestas de contenido técnico y enfoque social para incentivar a la comunidad a ser parte interactiva de este proceso, es un compromiso adquirido con la sociedad para informar, comunicar, sensibilizar y capacitar en discapacidad, acciones que permitirán adquirir conocimientos que promuevan la equidad social y la inclusión de calidad. El tiempo diseñado para la sensibilización es de 30 horas y permanecerá la plataforma habilitada durante 15 días, la duración de la sensibilización depende del tiempo que los participantes se dediquen a realizar las lecturas y evaluaciones. Está programado rendir una evaluación por cada módulo, con dos oportunidades por cada cuestionario, para luego imprimir un certificado en formato PDF de aprobación del curso.

La Unidad de Talento Humano de cada institución participante es responsable de proporcionar al CONADIS un listado real y depurado de los funcionarios que vayan a participar en la sensibilización en discapacidades.

La plataforma virtual está compuesta de tres módulos: (i) Gestión de Registro, (ii) Gestión de Contenido y (iii) Gestión Documental. El módulo de Gestión de registro permite crear, modificar y eliminar los diferentes usuarios que pueden acceder a la plataforma. El módulo de Gestión de Contenido permite crear, modificar y archivar los recursos educativos. La información de cada curso está organizada con datos generales del curso, como título, descripción, duración, participantes y otros recursos. A esta información pueden acceder personal de la UTI y CONADIS para consultar sobre el avance de los participantes. En la Figura 1 se puede una visión general de la arquitectura de la plataforma virtual.

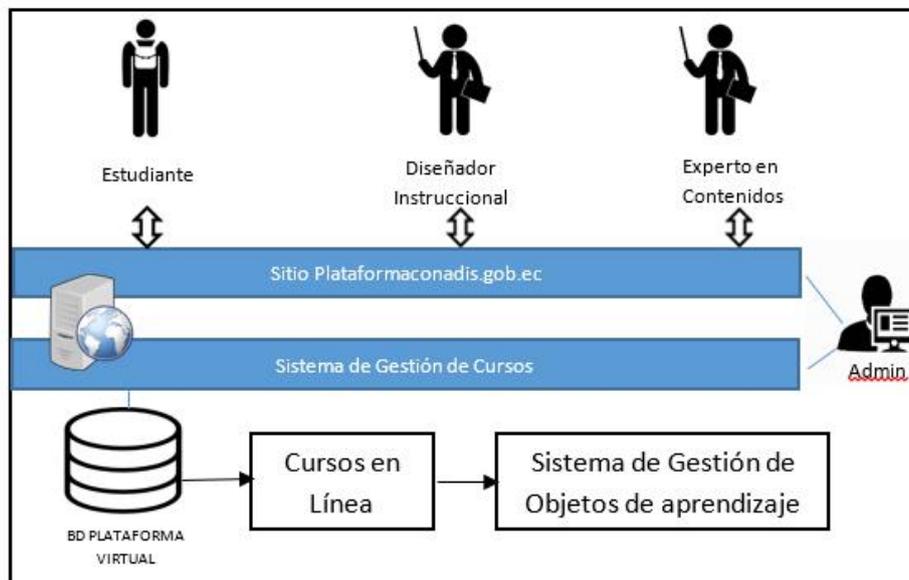


Figura 1. Arquitectura de la Plataforma Virtual de Sensibilización.

Como se puede observar en la Figura 1, existen cuatro perfiles que tiene la plataforma: (1) Perfil Administrador encargado de toda la gestión de usuarios y recursos, (2) Perfil Experto en Contenidos encargado del diseño pedagógico de los recursos educativos, (3) Perfil Diseñador Instruccional encargado de las actividades de tutoría, y (4) Perfil Estudiante, que corresponde a los participantes de las instituciones gubernamentales que siguen la capacitación.

La Plataforma Virtual de Sensibilización CONADIS se desarrolló en tres fases: (i) Instalación y configuración de la Infraestructura Tecnológica, (ii) Diseño de la Metodología Pedagógica, y (iii) Desarrollo de Objetos de Aprendizaje. A continuación se detalla la metodología que se siguió en cada una de ellas.

### 3.1 Instalación y configuración de la Infraestructura Tecnológica

La Universidad Tecnológica Indoamérica con la experiencia en el ámbito de educación a distancia pudo aprovechar la infraestructura tecnológica que tenía en marcha. Los servidores estaban ubicados en un datacenter en Estados Unidos bajo una configuración en cluster con la siguiente configuración: Tres servidores web, dos servidores de Base de Datos, dos Servidores de Archivos y un equipo balanceador de carga que soportan en redundancia hasta 40000 conexiones. A esta infraestructura se procedió a aumentar la capacidad en memoria RAM y almacenamiento para soportar la carga adicional para la plataforma de sensibilización.

El sistema computacional para diseñar la plataforma se basó en MOODLE versión 2.7, que permitió la gestión de cursos en línea y se convirtió en una herramienta importante para integrar los recursos MOOC. Adicionalmente se realizó el desarrollo de un módulo por parte de la Universidad para la obtención de certificados de aprobación del curso con código de autenticidad. Fue desarrollado con tecnología en PHP, CSS y HTML5. Este módulo permitió que cada participante que se inscribió en el curso pueda seguir el curso de manera autodidáctica y al cumplir las actividades de evaluación se genere de manera automática el certificado de participación.

### **3.2 Diseño de la Metodología Pedagógica**

Entre los diferentes tipos de diseño instruccionales posibles se analizó un modelo que sea claro, fácil y lo más explicativo posible, dado el público objetivo al que estaba dirigido. Entre ellos el propuesto por Tobon, (2007), el cual dice que en los ambientes virtuales de aprendizaje se deben plantear interrogantes tales como ¿A quién se enseña? ¿Para qué se enseña? ¿Qué se enseña? ¿Cómo se enseña? ¿Con qué se enseña? y ¿Cómo se determina qué se ha aprendido? [10]. Basados en este modelo el diseño del curso inició con la identificación de hacia quienes va dirigido, el planteamiento de objetivos, el modelo de enseñanza, las herramientas a utilizar, y los resultados esperados. Es importante destacar que para llevar a cabo el curso se contó con un equipo técnico pedagógico especializado en la identificación y creación de los medios digitales. A continuación se detalla el proceso de diseño del aula.

#### **3.2.1 Diseño del Aula**

Antes de iniciar con la creación de los materiales digitales para el curso nos enfrentamos con la posibilidad de comprar o construir los materiales de aprendizaje. La respuesta dependía del equipo de trabajo con el que contaba y al ser limitado se realizaron acercamientos con personal de las carreras de la Universidad Indoamérica; así como también de instituciones que se mantenían convenios. En este contexto los materiales fueron desarrollados en conjunto con expertos en e-learning de la Universidad San Francisco de Quito y diseñadores gráficos de la Universidad Indoamérica para el procesamiento de imágenes audio y video, así como la participación de técnicos de CONADIS para analizar las directrices de accesibilidad.

#### **3.2.2 Diseño Instruccional**

Los materiales didácticos y el diseño instruccional del curso fueron desarrollados en conjunto con docentes de la Universidad Indoamérica y técnicos de CONADIS. La bibliografía se basó en autores ecuatorianos, la cual fue digitalizada bajo las normativas de la metodología xMOOC (cursos

con una aproximación conductista) [8]. El objetivo de usar esta metodología, se pueden resumir en tres aspectos:

1. Acceso a materiales de calidad
2. Herramientas de interacción
3. Equipo docente idóneo y estudiantes

La principal ventaja de estos cursos abiertos no solamente son los contenidos, si no la creación de conocimientos, y ante todo la simplicidad de este modelo es que se asemeja al modelo tradicional, en donde los docentes ponen a disposición de sus estudiantes los materiales que deben leer y las evaluaciones para medir el conocimiento, y van obteniendo nuevas competencias que pueden ser medidas al finalizar el curso, aunque en general un problema no resuelto y en general sobre los cursos masivos no se tiene una técnica para demostrar que a la persona que se le entrega en certificado fue la que realizo el curso, ya que pueden existir suplantaciones de identidad, y como realizar esta tarea todavía sigue siendo complicada.

### **3.2.3 Curso de Sensibilización en Discapacidades**

El curso de sensibilización en discapacidades estaba dirigido a todas las personas del sector público y está compuesto por 5 módulos que se detallan a continuación:

Módulo 1. Generalidades. - en este capítulo contiene todos los conceptos de discapacidad, así como también los datos estadísticos de Ecuador

Módulo 2. Tipos de Discapacidad. – en este capítulo se detalla todos los tipos de Discapacidad reconocidas en Ecuador.

Módulo 3. Orientaciones sobre Discapacidad. - este capítulo contiene las orientaciones adecuadas para el manejo de una persona con discapacidad.

Módulo 4. Accesibilidad. – este capítulo contiene información sobre accesibilidad al medio físico y la información.

Módulo 5. Marco Jurídico. – este capítulo contiene el ámbito jurídico sobre la discapacidad en Ecuador y tiene un enfoque detallado hacia profesionales en Jurisprudencia.

Para aprobar el curso cada participante debe obtener una nota mínima de 7 puntos, se desarrolló un módulo de certificado en HTML5 PHP y Mysql para que se genere automáticamente cada vez que un usuario apruebe el curso, además se genera con un código de autenticidad por seguridad (Figura 2)

### CALIFICACIONES

Actividad	Calificación
Evaluación - Unidad 1	8/10
Evaluación - Unidad 2	10/10
Evaluación - Unidad 3	9/10
Evaluación - Unidad 4	10/10
Evaluación - Unidad 5	7/10
Promedio Final:	88%

**IMPRIMIR CERTIFICADO**

Para Aprobar el Curso usted debe obtener un promedio mínimo de 70%.

Figura 2. Ejemplo del Certificado Aprobado.

Si el participante no obtiene la mínima calificación reprueba el curso y no obtiene ningún certificado. Una vez que el usuario aprueba el curso puede descargar su certificado en línea (Figura 3)



Figura 3. Modelo del Certificado entregado.

### 3.3 Desarrollo de Objetos de Aprendizaje

Como parte del curso de sensibilización también se incluyó un diccionario de lenguaje de señas. Esta idea surgió de un proyecto de la Vicepresidencia de Ecuador conjuntamente con la Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador FENASEC, en el cual procedieron a la creación de un CD interactivo que contenía indicaciones en video e imagen de alrededor de 5,000 palabras que llegarían a formar el diccionario de lengua de señas ecuatoriano, como pocas personas tenían acceso al CD INTERACTIVO, se coordinó con un grupo de estudiantes de la Facultad de Ingeniería en sistemas de la Universidad Indoamérica la digitalización de todo el diccionario capturando las imágenes y los videos. Inicialmente se tenía la idea de diseñar un sitio similar a Youtube, en el cuál se podría realizar búsquedas y ver los videos directamente, sin embargo, después de evaluar el primer prototipo, se identificaron varios problemas, por tal motivo se encontraron ventajas al usar unos entornos open source basado en JOOMLA. En la Figura 4 se muestra la interfaz de este componente:



Figura 4. Diccionario de Lengua de señas Ecuatoriano.

En este componente también se integran otros recursos, como frases comunes y videos.

## 4. Resultados

El curso tenía una duración de 2 semanas en promedio, por el cual se llegaron a obtener los siguientes resultados, a partir de enero de 2014 hasta diciembre del 2016:

Tabla 1. *Usuarios Capacitados*

Descripción	Cantidad	Porcentaje
Total de Usuarios Aprobados	87428	63,54%
Total de Usuarios Reprobados	3163	2,29%
Total de Usuarios que no Ingresan a los cursos	47000	34,15%
<b>Total de Usuarios Capacitados</b>	<b>137591</b>	<b>100%</b>

Nota: se presenta el número de usuarios hasta finales de diciembre de 2016

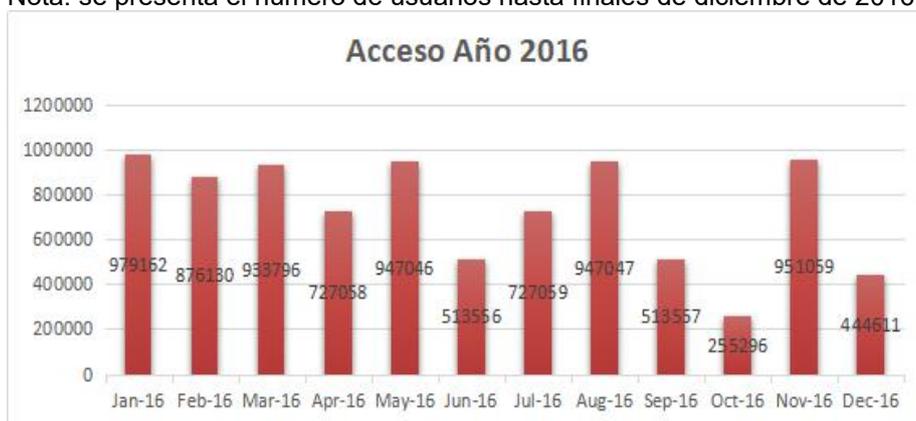


Figura 5. Acceso en el año 2016.

## 5. Conclusiones

En conclusión hemos podido ver que la educación virtual tiene muchas ventajas, podemos notar que la implementación de este tipo de cursos se puede aprovechar en varios países en el mundo, es práctico palpar que los docentes debemos estar capacitados para desarrollar cursos en línea pero que teniendo un grupo de expertos diseñadores se puede integrar los conocimientos y cada vez ir mejorándolos, además, en este tipo de escenarios no es necesario el acompañamiento de un docente en el transcurso de las actividades, si no que con el incentivo adecuado y las herramientas de la web 2.0 los participantes pueden llegar a capacitarse sin ningún problema.

En las instituciones de educación superior se debe explotar este tipo de tecnologías de la información y la comunicación, las nuevas redes modernas, facilitan la comunicación y la creación de nuevos espacios sociales, estos procesos de aprendizaje transmiten nuevos escenarios para los estudiantes y por ende las universidades deben crear escenarios, instrumentos y métodos de enseñanza que permitan medir todo el proceso, sin embargo existen aún obstáculos que ni siquiera la educación tradicional ha podido solucionar.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Tecnológica Indoamérica y ha contado con el apoyo logístico del Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades – CONADIS, el Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional – SECAP, y el Ministerio del Trabajo.

## Referencias

1. Flores E., Osuna E., Mendoza L., Casillas M., Gutiérrez L., Gutiérrez S.: Análisis de resultados en la implementación de aulas multimedia para el desarrollo de actividades centradas en el aprendizaje y mediado por nuevas tecnologías en Instituciones de Educación Superior. Caso: Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño. Sexta Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL2016, pp. 116 a 136 (2016)
2. Diaz W., Solarte M., Delgado Alexander, Ramírez G., Caracterización de videos para cursos en línea, abiertos y masivos, Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL2016, 116 a 136 (2016), pp. 137 a 157. (2016)
3. Friss I., Manatakib A.: Modelo y lecciones aprendidas del proceso de creación de MOOCs para enseñar a programar, Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL2016, 116 a 136 (2016), pp. 171 a 184. (2016)
4. Pereyra J.: Tecnología, educación y accesibilidad: nociones didácticas, pedagógicas y técnicas sobre nuevos espacios de aprendizaje. 14º Simposio Argentino de Informática y Derecho (SID 2014), pp. 34 a 43 (2014)
5. Segura S. Modelo Comunicativo de la Educación a Distancia Apoyada en las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Corporación Universitaria Autónoma de Occidente – CUAO, Cali - Colombia, Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa No. 17, pp. 1 a 9 (2004)
6. Nussbaum N, Rodríguez P. El impacto de las TIC en la Educación, Conferencia Internacional de Brasilia 2010, pp. 33 a 34 (2016)
7. San Martín J, Aprendizaje abierto en colaboración, IV congreso EDO 2016 pp. 10 a 17 (2016)
8. Caballo M. B., Caride J. A., Gradaille R., Pose H. M., Los Massive Open On Line Courses (MOOCS) como extensión universitaria Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, vol. 18, No. 1, pp. 43 a 61 (2014)
9. Camacho P., Entorno virtual de aprendizaje (EVA) para la administración b-learning del curso Didáctica del subprograma de maestría en Educación Técnica del Postgrado de la UPEL-IPB. Trabajo de Grado de Maestría UPEL-IPB, (2008)
10. Tobón S. Aspectos básicos de la formación basada en competencias, Talca: Proyecto Mesesup, pp. 1 a 16 (2007)

11. Marín V., Maldonado B., Guadalupe A., El alumnado universitario cordobés y la plataforma virtual Moodle Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, No. 38, pp. 121 a 128, (2011)
12. Jadán-Guerrero J. AINIDIU: An experience among university, organizations and government. *Computing Conference (CLEI), 2013 XXXIX Latin American*, pp. 1 a 8 (2013)
13. Jadán-Guerrero J.: An experience of technology transfer success of software for children with disabilities. *CLEI Electronic Journal*, 17(2) pp.1 a 12 (2014)
14. CONADIS: Plataforma Virtual en Discapacidades CONADIS, Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2013)
15. ECOM: Movimiento asociativo integrado por organizaciones de personas con discapacidad física, Barcelona – España, <http://www.ecom.cat>, consultado el 22 de abril de 2017
16. INDEPEDI: Programa para la Integración al Desarrollo de las Personas con Discapacidad del Distrito Federal, DF – México, <http://www.indepedi.cdmx.gob.mx>, consultado el 22 de abril de 2017
17. CILSA: Centro de Integración Libre y Solidario de Argentina, Buenos Aires – Argentina, <https://www.cilsa.org>, consultado el 22 de abril de 2017
18. UTPL: Moocs de la Universidad Técnica Particular de Loja, Loja – Ecuador, <https://mooc.utpl.edu.ec>, consultado el 22 de abril de 2017

## **Concurso de Telemedicina - Herramienta para fomentar el uso de la Telemedicina en el HCUCH**

V. Castañeda, ML. Rodríguez, M. Mattoli, S. Härtel y MP. Gómez

En el contexto del Proyecto de Telemedicina de la Universidad de Chile se utilizó la herramienta de un concurso interno para fomentar y desarrollar proyectos de telemedicina dentro del Hospital Clínico de la Universidad de Chile. Este proyecto nace impulsado por el Rector de la Universidad, Dr. Ennio Vivaldi, quien ha establecido dentro de sus prioridades la necesidad de desarrollar la Telemedicina en la Universidad, colaborando con el Ministerio de Salud, a través de proyectos de interés nacional, desarrollados por el Hospital Clínico y la Facultad de Medicina, que puedan ir en apoyo del sistema público de salud.

Este tipo de desarrollos tiene la necesidad de la participación eficaz y efectiva de equipos multidisciplinarios provenientes de distintas áreas del conocimiento, siendo fundamental la contribución tanto de académicos del área de la salud (clínicos y básicos) como también de otros académicos y profesionales del área de la Ingeniería y las Tecnologías de la Información.

Este proyecto está enfocado a desarrollar 7 objetivos estratégicos para el avance en materias de Informática Médica en Chile, especialmente el área de Telemedicina.

Estos objetivos son:

1. Desarrollo de la Telemedicina en el HCUCH con particular énfasis en la innovación y en servicios asistenciales y/o educacionales dirigidos a regiones.
2. Implementación de un "Living Lab" - CIMT+HCUCH.
3. Innovación en la formación de profesionales de la salud y las Tecnologías de la Información.
4. Apoyo a las Universidades del Estado (CUECH).
5. Apoyo al MINSAL y a su red de salud según los convenios establecidos.
6. Desarrollo de bienes públicos y servicios especiales.
7. Desarrollo de Convenios y/o Redes de Colaboración Académica, Científica y Cultural y/o membresías con otras entidades nacionales e internacionales.

En este contexto junto con la alianza entre la asistencia (Hospital) y la academia (Facultad de Medicina) y considerando los acuerdos entre la Universidad de Chile y el Ministerio de Salud, se creó el Primer Concurso de Fondos para Proyectos de Telemedicina de la Universidad de Chile, como una forma de incentivar a la comunidad a participar de este proyecto y acelerar la generación de iniciativas en este ámbito.

Este concurso fue dirigido a académicos y funcionarios del área de la salud u otras disciplinas relacionadas con la Telemedicina, que se desempeñen en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile o en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, pudiendo incluir también en el equipo del proyecto participantes (profesionales, académicos o investigadores) pertenecientes a otras facultades de la Universidad de Chile o también de otras entidades, establecimientos u organizaciones que pudieran estar relacionadas con la Telemedicina y el proyecto a presentar en particular.

El concurso fue enfocado a ofrecer un subsidio de apoyo a la ejecución y/o una forma parcial de incubación de proyectos o pre-proyectos del ámbito de la Telemedicina, que puedan significar un avance claro, identificable y concreto en relación a los objetivos del Proyecto de Telemedicina de la Universidad de Chile o a las brechas para el Desarrollo de la Informática Médica y la Telemedicina en Chile (Informe mesa de trabajo Telemedicina, Programa Estratégico Nacional “Salud+Desarrollo”, Febrero 2016).

Las brechas que fueron identificadas fueron:

### **Marco Regulatorio**

Regulaciones explícitas, que brinden definiciones, clasificaciones, glosario de términos, certezas éticas, jurídicas y legales básicas relacionadas con el acto o el apoyo tele-médico en los distintos contextos y formas en que pueda darse.

### **Medición de Impacto**

Desarrollo de estudios e investigaciones que permitan medir el impacto de los servicios telemédicos en el acceso a la salud y su costo-efectividad.

### **Calidad y Seguridad**

Desarrollo de un conjunto de Lineamientos Generales orientados a asegurar la Calidad y Seguridad (tanto clínica como tecnológica) de los servicios brindados en modalidad tele-médica. Incluye desarrollo de protocolos, requerimientos técnico-clínicos y guías de aplicación de la telemedicina en contextos particulares-específicos.

### **Aspectos Administrativos y Financieros**

Es preciso identificar y resolver adecuadamente los obstáculos administrativos, contractuales y financieros relacionados con el reconocimiento, autorización, codificación, valorización y reembolso de prestaciones de salud en modalidad tele-médica (SEREMI, FONASA, etc.) Existe la necesidad de implementar un Observatorio y Directorio Público de proyectos pilotos, servicios, e infraestructura de redes disponible en el país para servicios telemédicos.

## **Formación**

Es necesario insertar instancias de formación en Telemedicina tanto en pregrado como en postgrado de las diversas carreras de la salud y otras carreras relacionadas a la Telemedicina (ingeniería, TICs, ámbito legal, entre otras). Fomentar el aprendizaje a distancia en salud a través de las herramientas hoy disponibles. Definición de un conjunto de competencias relacionadas con la naturaleza multidisciplinaria de la Telemedicina (salud, procesos, informática, telecomunicaciones, etc.) y todo lo que ello conlleva.

## **Incentivos y Gestión del Cambio**

Desarrollo de modelos y/o esquemas de incentivos que fomenten la adopción de la telemedicina en los profesionales de la salud. Otros aspectos relacionados con la Gestión del Cambio (transversales a cualquier proyecto).

Se espera que los resultados de la ejecución de los proyectos adjudicados por este concurso, estén alineado con alguno de los siguientes:

- Desarrollo y validación de lineamientos y/o protocolos orientados a la calidad y seguridad de servicios telemédicos en contextos particulares o generales.
- Diseño y pilotaje de nuevos servicios telemédicos que incluyan medición de sus resultados y/o de su impacto.
- Selección, definición, refinamiento y/o validación de metodologías de evaluación aplicables a los servicios telemédicos existentes hoy en el país y que eventualmente puedan resultar también en una herramienta de benchmarking.
- Estudios de prefactibilidad clínico-técnica y/o económica relacionados con servicios telemédicos.
- Desarrollo o elaboración de proyectos o pre-proyectos que sirvan de base para postular a mayor financiamiento de otras entidades nacionales o internacionales en el ámbito de la telemedicina.
- Revisión, análisis, traducción y eventual difusión del conocimiento, normativas, incentivos, mejores prácticas y experiencias internacionales ya existentes en algún ámbito de la telemedicina y que puedan resultar en un insumo útil para el país.
- Desarrollo de sistemas de información, módulos, aplicaciones o plataformas software y eventuales integraciones entre sistemas, para la implementación de servicios telemédicos.
- Desarrollo de una publicación científica de investigación o una descripción de los resultados de la experiencia piloto o del estudio realizado

Este concurso fue diseñado para ofrecer un total de 15.000 USD como máximo por proyecto para un periodo de 18 meses con una extensión posible de 6 meses. Se tiene un total de 75.000 USD para todos los proyectos, y se espera tener 5 proyectos ganadores de 15.000 USD. A este concurso aplicaron 16 Proyectos con participantes tanto del Hospital Clínico (HCUCH),

Facultad de Medicina y Hospitales públicos de la red del Ministerio de Salud (MINSAL) Chileno, en las siguientes materias:

- Tele-espermiograma - HCUCH y red de hospitales asociados al HCUCH para el mejoramiento del reporte del examen.
- Telepsiquiatría con Hospital Penitenciario y con niños en centros de reclusión del Servicio Nacional de Menores (SENAME).
- Tele-comité de Cuidados Paliativos - HCUCH, Hospitales y centros de salud primaria de la red MINSAL de diferentes regiones del país
- Geriátrica: 2 de Teleducación y uno en Teleasistencia - HCUCH y centros de salud primario red MINSAL
- Tele espirometría - HCUCH y FMed, innovación tecnológica para el análisis de espirometría.
- Telepatología digital - HCUCH y FMed para el mejoramiento del segundas opiniones, cuantificación de parámetros y teleeducación.
- Tele-kinesiología - HCUCH y FMed, innovación tecnológica para la rehabilitación de pacientes con Ataque Cerebro Vascular (ACV) en sus hogares.
- Tele-comité de cardiocirugía - HCUCH y Hospital de Magallanes para suplir la necesidad de especialistas en el región de magallanes.
- Tele-reumatología - HCUCH y Fmed, para la innovación tecnológica en la teleconsulta de pacientes.
- Telegenética - HCUCH y Hospitales de la Red MINSAL para suplir la necesidad de interconsultas en el área genética.
- Teleradiología para el diagnóstico de enfermedades de difícil detección - HCUCH y Hospital San Borja Arriarán.
- Teleradiología y teledermatología con el Hospital Penal - HCUCH y Hospital Penal para mejorar la velocidad de respuestas de interconsulta y el tratamiento de los privados de libertad.

Estos proyectos presentados fueron evaluados por una comisión multidisciplinaria, conformada por médicos, ingenieros y abogados, para abordar todos los aspectos del desarrollo de la Telemedicina. Para la evaluación se utilizó una planilla que consideraba:

- Concordancia con los objetivos estratégicos de Telemedicina y con las brechas nacionales para el Desarrollo de la Telemedicina
- Nivel de impacto y proyección de la propuesta
- Grado de innovación en los procesos clínicos y/o asistenciales
- Factibilidad técnica y económica
- Trayectoria y pertinencia del Director del Proyecto y su equipo
- Claridad en la formulación
- Multidisciplinariedad del equipo de trabajo, que incluya varias áreas del conocimiento (médicos, profesionales de la salud no médicos, ingenieros, informáticos, ciencias sociales, entre otros)

- Articulación interdepartamental o interinstitucional, reflejada en la incorporación de profesional, académicos o investigadores de distintos departamentos, unidades o instituciones

De estos 16 proyectos presentados, sólo 5 fueron adjudicados, valorando especialmente la sinergia con las políticas del Comité de Telemedicina creado por el Ministerio de Salud, las inversiones genéricas que puedan ser utilizadas por toda la comunidad hospitalaria, impacto potencial de los proyectos y aquellos proyectos que agreguen valor a la actividad docente, de investigación y asistencial tanto Hospital Clínico de la Universidad de Chile como de la red de Hospitales del MINSAL. Los proyectos ganadores fueron telepatología digital, telekinesiología, telecomité de cuidados paliativos, telepsiquiatría infantil y telegenética.

Este concurso logró el movimiento de los doctores del Hospital Clínico y académicos de la Facultad de medicina en la búsqueda de soluciones innovativas y tele-médicas a las falencias del sistema de salud chileno, tanto en la formación de los profesionales, calidad diagnóstica y falta de especialistas en zonas remotas.

Finalmente, se ha considerado que la generación de un concurso interno ha sido una experiencia positiva siendo una herramienta interesante para impulsar la creatividad e innovación dentro de este Hospital Universitario, lo que ha fomentado el desarrollo de nuevas ideas e innovaciones en el área tele-médica. Esta herramienta podría ser replicada en otros lugares del mundo para fomentar el desarrollo de soluciones innovativas en el área de telemedicina.



## Índice Autores

Kátia Paula Aleixo, Ana Lucia Delgado Assad, Sidnei de Souza, Dora Ann Lange Canhos.....	15
María Auxiliadora Mora, Manuel Vargas.....	23
Sania Ortega Andrade, Alexander Guevara Vega.....	29
Mario H. Valencia. Juan Pablo Cáceres.....	38
Dra. Ivani Santana.....	49
Rolando Cori.....	59
Sergio Arriola Valverde ,Milton Solórzano Quintana,Natalia Gómez Calderón · Natalia Gómez Calderón, Karolina Villagra Mendoza ,Cornelia Miller Granados , Andrés Barahona Contreras, Christian Vargas Bolaños, Renato Rimolo Donadio1a.....	69
H. Asorey, L. A. Núñez, J. Peña-Rodríguez, P. Salgado-Meza, D. Sierra-Porta ,M. Suárez-Durán.....	79
Prof. Rodrigo Ortega-Toro Ph.D.....	88
I. Torres.....	96
Gustavo N. Dias, Alex S. Moura, Leandro N. Ciuffo, Iara Machado, Michael A. Stanton, Fabio Okamura, Eduardo Grizendi Helmann S. Penze, Fernando Redigolo, Dino Magri.....	100
Delma Rodriguez Morales.....	110
José Benavides Blanco, Rigoberto Casas Miranda.....	120
Francisco Förster, Juan Carlos Maureira, Guillermo Cabrera, Pablo Estévez, Ginés Guerrero, Jaime San Martín y Eduardo Vera.....	132
Dennis Cazar Ramírez, Edgar Carrera Jarrín, Nicolás Vásquez, Mario Audelo.....	136
Patricio Lara Alvarez , Janio Jadán-Guerrero .....	148
V. Castañeda, ML. Rodríguez, M. Mattoli, S. Härtel y MP. Gómez.....	160



<http://bella-t.redclara.net/>

